





Aus dem Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin  
und dem Institut für Fleischhygiene  
des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin

Verbreitung von *Echinococcus granulosus* (1984/85) bei  
Schlachtrindern an drei Schlachthöfen in Deutschland  
und Rückübertragungsversuche zur Klärung der Wirtsspezifität

INAUGURAL - DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Edith Hahn  
Tierärztin aus Bamberg

Berlin 1987  
Journal-Nr. 1358

Gedruckt mit Genehmigung  
des Fachbereiches Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ. Prof. Dr. G. Reuter

Erster Gutachter : Univ. Prof. Dr. G. Reuter

Zweiter Gutachter : Univ. Prof. Dr. F. Hörchner

Tag der Promotion : 15. Dezember 1987





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

# Inhaltsverzeichnis

|        |                                                                                                            |       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.     | <u>Einleitung</u>                                                                                          | 1     |
| 2.     | <u>Literaturübersicht</u>                                                                                  | 3     |
| 2.1.   | Verbreitung und Entwicklung der Echinokokkenarten                                                          | 3-14  |
| 2.2.   | Echinococcus granulosus-Stämme                                                                             | 14-22 |
| 2.3.   | Nachweis von Echinococcus granulosus beim Endwirt                                                          | 23-24 |
| 2.4.   | Nachweis von Echinococcus granulosus beim Zwischenwirt                                                     | 25-28 |
| 2.5.   | Diagnose von Echinococcus granulosus beim Menschen                                                         | 29-30 |
| 3.     | <u>Material und Methoden</u>                                                                               | 31    |
| 3.1.   | Untersuchung zur Verbreitung des Echinokokkenbefalls bei Schlachtrindern                                   | 31    |
| 3.1.1. | Schlachtaufkommen und Einzugsgebiete                                                                       | 31-32 |
| 3.1.2. | Untersuchungszeitraum                                                                                      | 32-33 |
| 3.1.3. | Untersuchungsmethoden                                                                                      | 33-34 |
| 3.2.   | Versuchstiere und deren Haltung                                                                            | 34-36 |
| 3.3.   | Infektionsmaterial                                                                                         | 37-38 |
| 4.     | <u>Ergebnisse</u>                                                                                          | 39    |
| 4.1.   | Befall der untersuchten Schlachtrinder mit Echinococcus granulosus                                         | 39-41 |
| 4.2.   | Vorkommen von Echinokokkenzysten an einzelnen Schlachtstätten in Abhängigkeit vom Alter der Schlachtrinder | 41-48 |
| 4.3.   | Vorkommen, Verteilung und Größe von Echinokokkenzysten in den befallenen Organen                           | 48-57 |
| 4.4.   | Lokalisation der Zysten und ihre Erfassung bei der Fleischuntersuchung (Adspektion, Palpation, Inzision)   | 57    |

|      |                                                                                                                                                      |        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4.5. | Das Vorkommen von Echinococcus granulosus<br>in den Einzugsgebieten der Schlachthöfe Bamberg,<br>Kaufbeuren und Duisburg-Meidrich                    | 58-60  |
| 4.6. | Epidemiologische Untersuchungen im näheren<br>Einzugsgebiet des Städtischen Schlacht- und<br>Viehhofes Bamberg                                       | 61-64  |
| 4.7. | Verlauf der Infektion mit Echinococcus<br>granulosus bei zwei Versuchshunden nach Ver-<br>fütterung von Zysten aus Schlachtrindern                   | 65-68  |
| 4.8. | Experimentelle Rückübertragung von Echinococcus<br>granulosus vom Hund auf verschiedene Zwischen-<br>wirte                                           | 68-71  |
| 5.   | <u>Besprechung der Ergebnisse</u>                                                                                                                    | 72     |
| 5.1. | Vergleich der nach amtlicher Statistik er-<br>fassten und der durch eigene Untersuchungen<br>ermittelten Echinokokkenstämme bei Schlacht-<br>rindern | 72-73  |
| 5.2. | Die Abhängigkeit des Befalls mit Echinococcus<br>granulosus vom Alter der Tiere, Größe und<br>Fertilität der Zysten                                  | 73-77  |
| 5.3. | Infektions- und Rückübertragungsversuche                                                                                                             | 77-79  |
| 6.   | <u>Schlußfolgerungen</u>                                                                                                                             | 80-81  |
| 7.   | <u>Zusammenfassung</u>                                                                                                                               | 82-83  |
| 8.   | <u>Summary</u>                                                                                                                                       | 84-85  |
| 9.   | <u>Literaturverzeichnis</u>                                                                                                                          | 86-103 |

# Verwendete Abkürzungen:

|               |                                                                              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|
| E. granulosus | <u>E</u> chinococcus granulosus                                              |
| i. v.         | <u>i</u> ntravenös                                                           |
| eosin.        | <u>e</u> osinophile                                                          |
| WHO           | <u>W</u> orld <u>H</u> ealth <u>O</u> rganization                            |
| ELISA         | <u>E</u> nzyme- <u>L</u> inked- <u>I</u> mmuno <u>s</u> orbent <u>A</u> ssay |
| IHA           | <u>I</u> ndirekte <u>H</u> ämagglutination                                   |
| IIFT          | <u>I</u> ndirekter <u>I</u> mmuno <u>f</u> luoreszen <u>s</u> test           |
| RIA           | <u>R</u> adio <u>i</u> mmuno <u>A</u> ssay                                   |
| GPI           | <u>G</u> lucose- <u>P</u> hosphat- <u>I</u> somerase                         |
| PGM           | <u>P</u> hosphat <u>g</u> lucomutase                                         |
| LA            | <u>L</u> atex <u>a</u> gglutination                                          |
| KBR           | <u>K</u> omplement <u>b</u> indungs <u>r</u> eaktion                         |
| p. i.         | post <u>i</u> nfektionem                                                     |



## 1. Einleitung

Von den vier bekannten Echinokokkenarten kommt *Echinococcus granulosus* und *Echinococcus multilocularis* die größte Bedeutung zu. Beide führen zu gefährlichen Parasitosen des Menschen, der Zwischenwirt bzw. Fehlwirt ihrer Larvenstadien sein kann.

*Echinococcus multilocularis* tritt regional begrenzt auf, sein Lebenskreislauf ist rein sylvatisch. Infektionen des Menschen sind zwar selten, haben aber eine schlechte, häufig sogar infauste Prognose.

Im Gegensatz zu *Echinococcus multilocularis* tritt *Echinococcus granulosus* weltweit auf. Er besitzt ein breites Wirts- und Zwischenwirtsspektrum, wobei dem Hund als Endwirt und den Nutztieren als Zwischenwirte die größte epidemiologische Bedeutung zukommt.

*Echinococcus granulosus* hat in den verschiedenen Regionen der Welt eine Zwischenwirtsspezifität entwickelt, die z.T. mit bestimmten morphologischen Merkmalen einhergeht, so daß man heute von verschiedenen regionalen Stämmen spricht. In der Schweiz soll das Rind Zwischenwirt für *Echinococcus granulosus* sein, für Deutschland jedoch liegen bisher noch keine gesicherten Erkenntnisse vor.

Da neuerdings bei gründlicher Durchführung der Fleischuntersuchung unerwartet und relativ häufig Echinokokkenzysten festgestellt werden konnten, sollte durch Untersuchungen an verschiedenen Schlachthöfen die Infektionsrate bei Schlachtrindern festgestellt werden. Nach Bestätigung des Nachweises unter normalen Schlachttiergruppen sollte durch Infektionsversuche an Hunden und Rückübertragung auf verschiedene Zwischenwirtsspecies schließlich die Frage einer möglichen Spezifität geklärt werden.

Außerdem wurde nach möglichen menschlichen Erkrankungen im Herkunftsbereich positiver Schlachtrinder gesucht.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Verbreitung und Entwicklung der Echinokokkenarten

Von den vielen bisher beschriebenen Arten und Unterarten der Gattung *Echinococcus*, Familie Taenidae, werden heute vier Arten anerkannt (WHO, 1981).

*Echinococcus granulosus* (BATSCH, 1786)

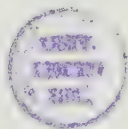
*Echinococcus multilocularis* (LEUKART, 1863)

*Echinococcus vogeli* (RAUSCH und BERNSTEIN, 1972)

*Echinococcus oligarthrus* (DIESING, 1863)

Diese vier Arten unterscheiden sich in der Morphologie sowohl des adulten Wurms als auch der larvalen Form (RAUSCH und BERNSTEIN, 1972). Einen Überblick über die morphologischen Unterschiede der vier Arten gibt Übersicht 1.

Nach Aufnahme von Larvalstadien entwickeln sich innerhalb von 4-6 Wochen im Dünndarm von Fleischfressern die adulten Bandwürmer. Mit dem Kot gelangen die Eier bzw. die Proglottiden in die Außenwelt. Die gegen Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähigen Eier können so von den empfänglichen Zwischenwirten peroral mit dem Futter aufgenommen werden. Zwischenwirte sind eine Vielzahl von Säugetieren, aber auch der Mensch kann durch verunreinigtes Wasser, Gemüse, Beeren oder durch sehr engen Kontakt mit dem Endwirt infiziert werden. Im Dünndarm des Zwischenwirts werden die Onkosphären frei, bohren sich in die Dünndarmwand und gelangen über den Blutweg in die Leber und Lunge; seltener in andere Organe wie Milz, Nieren, ZNS usw. (WHO, 1981). In diesen Organen entwickelt sich die Finne. Die Zeit bis zur Bildung von *Protoscolices* und damit einer fertilen, für den Endwirt infektiösen Finne ist sehr unterschiedlich und kann mehrere Monate betragen. Kommt es nicht zur Ausbildung von *Protoscolices*, spricht man von einer sterilen Finne (ECKERT, 1981).



Übersicht 1

Morphologische Merkmale der adulten Echinokokkenarten.

|                                | E. granulosus           | E. multilocularis | E. oligarthrus | E. vogeli                 |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|
| Länge (mm)                     | 2 - 7                   | 1,2 - 3,7         | 1,9 - 2,9      | 3,9 - 5,6                 |
| Gliederzahl                    | 3 (4 - 6)               | 4 - 5 (2 - 6)     | 3              | 3                         |
| Anzahl der<br>Hodenbläschen    | 25 - 80                 | 16 - 35           | 15 - 46        | 50 - 67                   |
| Form des graviden<br>Uterus    | laterale<br>Ausstülpung | sackförmig        | sackförmig     | lang, schlauch-<br>förmig |
| Länge (µm) der<br>gr. Häckchen | 31 - 49                 | 28 - 34           | 43 - 60        | 49 - 57                   |
| Länge (µm) der<br>kl. Häckchen | 22 - 39                 | 23 - 31           | 28 - 45        | 30 - 47                   |

(WHO, 1981; ECKERT, 1981)

Die geographische Verbreitung und die Entwicklungszyklen, d.h. die Endwirt/Zwischenwirtfolge, sind für die vier Echinokokkenarten unterschiedlich.

Der Buschhund und der Haushund sind Endwirte von *Echinococcus vogeli*. Als Zwischenwirt fungieren das Paka, aber auch andere Nager (RAUSCH und BERNSTEIN, 1972; D'ALESSANDRO et al., 1979; RAUSCH et al., 1978).

*Echinococcus oligarthrus* benutzt Wildkatzen wie z.B. Puma, Wieselkatze oder Jaguar als Endwirte. Natürlicher Zwischenwirt ist das Agouti (SOUSA und THATCHER, 1969; SCHANTZ und COLLI, 1973; RAUSCH et al., 1978).

Beide Echinokokkenarten kommen in Zentral- und Südamerika vor (WHO, 1981). Während Infektionen des Menschen mit *Echinococcus oligarthrus* bislang noch nicht bekannt sind (WHO, 1981), berichten D'ALESSANDRO und Mitarbeiter (1979) über polyzystische Infektionen von Menschen in Kolumbien, die durch *Echinococcus vogeli* verursacht wurden.

*Echinococcus multilocularis* parasitiert hauptsächlich im Dünndarm von Rot- und Eisfuchs; bekannt sind daneben Infektionen des Wolfes, des Marderhundes, des Haushundes und der Hauskatze. Zwischenwirte sind Nager, wobei der Familie der Mäuse (Muridae, vor allem Feld- und Wühlmäuse) die größte Bedeutung zukommt. Unter den größeren Nagern spielt der Bisam eine stärkere Rolle in der Verbreitung von *Echinococcus multilocularis* (RAUSCH, 1967; WHO, 1981; ZEYHLE, 1982).

Auch der Mensch kann Zwischenwirt dieser infiltrativ wachsenden, polyzystischen Finne von *Echinococcus multilocularis* sein. Die Infektion des Menschen endet in 93 % der Fälle letal.

Die Verbreitung von *Echinococcus multilocularis* ist auf die nördliche Hemisphäre begrenzt. Endemiegebiete sind Teile

Zentraleuropas, Osteuropas, der Sowjetunion, Japans und Nordamerikas (RAUSCH, 1967; WHO, 1981).

In Zentraleuropa gelten der Süden Frankreichs, die Schweiz, der Süden Deutschlands sowie der Westen Österreichs als endemische Gebiete.

Infektionen mit *Echinococcus granulosus* sind auf allen Kontinenten und in allen Klimazonen bekannt. Die ursprüngliche Verbreitung dieses Parasiten war vermutlich der europäisch-osteuropäische Raum. Von hier aus erfolgte seine Verbreitung auf andere Kontinente durch die von europäischen Aussiedlern mitgebrachten Haustiere. Eine weitere Ursache für das weltweite Vorkommen von *Echinococcus granulosus* ist in der ungeheueren Anpassungsfähigkeit dieses Parasiten an ein breites Spektrum von End- und Zwischenwirten zu sehen (WHO, 1981; RAUSCH, 1967; SCHANTZ und SCHWABE, 1969; FRANK, 1982).

Die enge Bindung des Hundes, einer der wichtigsten Endwirte, an den Menschen einerseits und die Anpassung von *Echinococcus granulosus*-Finnen an die meisten Nutz- und Haustiere wie Rind, Schwein, Schaf, Pferd, Kamel usw. andererseits, machte eine starke Vermehrung dieses Parasiten besonders in den Regionen möglich, in welchen die Nutztierhaltung zu den wichtigsten Erwerbsquellen der Bevölkerung zählt. Die Folge ist, neben wirtschaftlichen Verlusten durch die unschädliche Beseitigung der befallenen Organe, vor allem eine Gefährdung der Gesundheit der Bevölkerung. *Echinococcus granulosus* wächst blasenartig und expansiv. Bevorzugt befallene Organe sind die Lunge und die Leber. Es gibt Regionen, in denen bis zu 150 Neuerkrankungen pro 100 000 Einwohner/Jahr auftreten. Zu diesen hyperendemischen Gebieten zählen viele Mittelmeerländer, Südostaustralien, Süd- und Zentral- UdSSR, Teile Südamerikas und früher Neuseeland und Island (SCHANTZ und SCHWABE, 1969; WHO, 1981).

Der ursprünglich sylvatische Zyklus zwischen wilden Cerviden

(Elch, Rentier) und Wolf existiert noch in Teilen Alaskas und Kanadas. Der gleiche oder ein ähnlicher Zyklus kommt in den nördlichen Teilen der skandinavischen Länder und in der Sowjetunion vor (POLJANSKAJA, 1966; RAUSCH, 1967; WHO, 1981). In Nord-, Zentral- und Südamerika tritt *Echinococcus granulosus* in zwei verschiedenen Zyklen auf: einem Hund/Schweinzyklus und einem Hund/Schafzyklus. Die größere Bedeutung kommt dem Hund/Schafzyklus in Südamerika in Gebieten intensiver Schafhaltung zu. Hier werden die höchsten Infektionsraten beim Menschen gemeldet. Betroffen sind vor allem Argentinien, Chile, Uruguay, Zentralperu, Bolivien und der Süden Brasiliens (RAUSCH, 1967; WHO, 1981; FRANK, 1982). In Argentinien und im Vereinigten Königreich von England sind Infektionen des Fuchses mit *Echinococcus granulosus* bekannt (SCHANTZ et al., 1976).

In Island, wo vor rund 110 Jahren noch 22 % der Bevölkerung an Hydatidose erkrankt und 28 % aller Hunde Träger dieses Bandwurms waren, ist dank umfangreicher Bekämpfungsmaßnahmen diese Parasitose fast völlig ausgerottet (BEARD, 1973).

Ähnliche Erfolge konnten durch ein entsprechendes Kontrollprogramm in Neuseeland erzielt werden. Dort stellte der Hund den Endwirt und das Schaf den Zwischenwirt für *Echinococcus granulosus*.

Während auf Tasmanien durch entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen das Vorkommen von *Echinococcus granulosus* erheblich reduziert werden konnte, gibt es im Mutterland Australien immer noch hyperendemische Gebiete in Neu-Süd-Wales, Victoria und Südaustralien. Neben dem Schaf/Hundzyklus gibt es in Australien noch einen eigenständigen sylvatischen Zyklus zwischen Dingo und Känguruh (WHO, 1981; KUMARATILAKE und THOMPSON, 1984 a).

Im Mittleren und Nahen Osten spielen neben Schaf, Ziege und Esel vor allem das Rind und das Kamel die bedeutendste Rolle als Zwischenwirte von *Echinococcus granulosus*. Ähnliche Ver-

hältnisse finden sich in Nordafrika (HÖRCHNER, 1964; SCHANTZ und SCHWABE, 1969; WHO, 1981).

In Ostafrika ist die Infektion unter den Nutz- und Haustieren weit verbreitet. Erkrankungen des Menschen treten dagegen nur in bestimmten Gebieten Kenias und Ugandas auf. In diesen Regionen existierte, bedingt durch die Kultur der Ureinwohner, auch ein Zyklus zwischen Mensch und wilden Fleischfressern (Hyänen, Schakale). Infektionen werden auch von vielen Ländern südlich der Sahara gemeldet (RAUSCH, 1969; E. MÜNZ, 1971; WHO, 1981; AYANWALE et al., 1982).

Von den meisten asiatischen Ländern ist bekannt, daß die Parasitose dort weit verbreitet ist. Als Regionen mit einem hohen Vorkommen gelten u.a. Indien, der Iran und Pakistan (SCHANTZ und SCHWABE, 1969; WHO, 1981).

In Europa werden aus den Mittelmeerländern, in welchen der Hund/Schafzyklus dominiert, die höchsten Infektionsraten gemeldet. Spanien, Italien, Jugoslawien, Rumänien, Griechenland und Zypern weisen eine besonders hohe Befallshäufigkeit mit mehr als zehn Fällen von Hydatidose pro 100 000 Einwohner bzw. mit einer Infektionsrate der Haustiere von teilweise über 50 % auf. Es folgen die Länder Portugal, Frankreich und Ungarn (INST. FÜR TROPENHYG. UND ÖFFENTL. GESUNDHEITSWESEN DER UNIV. HEIDELBERG, 1972; WHO, 1981; REUTER, 1984).

In einigen osteuropäischen Ländern wie Polen, Ungarn und Jugoslawien ebenso wie in bestimmten Gebieten der UdSSR (Ukrainische SSR, Belorussische SSR) existiert ein Hund/Schweinzyklus. In weiten Teilen des Südens der UdSSR herrscht jedoch ein Hund/Schafzyklus vor (SCHANTZ und SCHWABE, 1969; SLAIS, 1980; WHO, 1981).

In England und in Irland existiert neben dem Infektionszyklus Hund/Schaf noch ein weiterer Kreislauf zwischen Hund und Pferd

(WALTERS und CLARKSON, 1980; CLARKSON, 1981; WHO, 1981, EDWARDS, 1982).

In Mitteleuropa scheint das Rind der wichtigste Zwischenwirt, der Hund der Endwirt zu sein, wobei die Befallsraten beim Rind sehr gering sind (ECKERT, 1981; WHO, 1981; REUTER, 1984; HAHN et al., 1986).

### Die Verbreitung von *Echinococcus granulosus* in Deutschland

Die ersten statistischen Erhebungen über das Vorkommen von *Echinococcus granulosus* in Deutschland wurden bereits um die Jahrhundertwende durchgeführt. Mecklenburg, zu dieser Zeit das bedeutendste Schafzuchtgebiet Deutschlands, wies neben Vorpommern die höchsten Infektionsraten beim Schlachtvieh auf. Bekannt war auch, daß in diesen Gegenden Menschen besonders häufig an Hydatidose erkrankten und daß vor allem Personen betroffen waren, die viel Kontakt mit Hunden hatten (BERGER, 1909). Die meisten Untersuchungen liegen deshalb aus den betroffenen Gebieten Vorpommern und Mecklenburg vor. In anderen Gegenden Deutschlands scheint diese Parasitose von geringerer Bedeutung gewesen zu sein. Untersuchungen bei Schlachttieren, z.B. in Leipzig und Berlin, zeigten deutlich niedrigere Befallsraten. Eine kleine Übersicht über die Literaturangaben gibt Übersicht 2.

Erst mit der Einführung der Fleischbeschaupflicht bei gewerblichen Schlachttieren durch das "Gesetz betreffend die Schlachtier- und Fleischschau" vom 3. Juni 1900 konnte der Befall von Nutztieren mit *Echinococcus granulosus* erheblich gemindert werden.

## Übersicht 2

## Echinokokkenfunde in Deutschland vor der Jahrhundertwende

| Autor     | Jahr     | Ort                         | Befall in Prozent bei                                                                   |                |                |
|-----------|----------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|           |          |                             | Rind                                                                                    | Schwein        | Schaf          |
| Längrich* | 1894     | Rostock                     | 36,00 %                                                                                 | 5,00 %         | 26,5 %         |
| Olt       | 1894     | Stettin                     | 7,10 %                                                                                  | 7,30 %         | 25,8 %         |
| Steuding  | 1894     | Gotha                       | 24,60 %                                                                                 | 21,40 %        | 34,4 %         |
| Peiper**  | 1894     | S2 deutsche<br>Schlachthöfe | 11,00 %                                                                                 | 6,50 %         | 10,00 %        |
| Mejer***  | 1894     | Leipzig                     | -                                                                                       | 3,75 %         | 13,00 %        |
| Ostertag* | 1896/97  | Berlin                      | 0,78 % (Leber)                                                                          | 0,77 % (Leber) | 0,48 % (Leber) |
| -----     | -----    | -----                       | -----                                                                                   | -----          | -----          |
| Madelung* | 1850-84  | Mecklenburg                 | 182 Hydatidoseerkrankungen beim Menschen                                                |                |                |
| Becker*   | bis 1905 | Mecklenburg                 | 327 Hydatidoseerkrankungen beim Menschen                                                |                |                |
| Olt       | 1862-93  | Mecklenburg                 | 3,5 % der Hunde Träger von Echinococcus granulosus                                      |                |                |
| Bahr***   | vor 1894 | (Greifswald)<br>Pommern     | von 3 560 Sektionen 50 Fälle von Hydatidose<br>133 Hydatidoseerkrankungen beim Menschen |                |                |
| -----     | -----    | -----                       | -----                                                                                   | -----          | -----          |

\*Zit. in TEEUWEN, 1950; \*\*Zit. in LERCH, 1952; OLT, 1894; STEUDING, 1897; \*\*\*Zit in OLT, 1894;

PEIPER errechnete bei seinen Untersuchungen an 52 Schlachthöfen vor der Jahrhundertwende noch einen durchschnittlichen Befall von je 10 % bei Rindern und Schafen und 6,5 % bei Schweinen. Nach POPPE und THIELKOW soll 1904 die Befallsrate im gesamten Reichsgebiet bei Rindern nur noch 1,7 %, bei Schafen 2,2 % und bei Schweinen 1 % betragen haben (PEIPER in LERCH, 1952; POPPE und THIELKOW, 1926).

Auch in Nachbarländern, wie z.B. Holland, war mit Inkrafttreten der Fleischbeschauengesetze ein deutlicher Rückgang der Parasitose zu verzeichnen. Regionale Erfolge wurden aber auch durch die Initiative einzelner erzielt. In der Provinz Friesland z.B. konnten die holländischen Tierärzte TENHAEFF und FERWERDA durch die Einführung der Fleischbeschaupflicht bei Hausschlachtungen, vor allem durch die Organisation der unschädlichen Beseitigung von untauglichen Organen und Schlachttierkörpern, die Infektionsraten bei Nutztierkörpern erheblich senken (TENHAEFF und FERWERDA, 1920 und 1934; HOEFNAGEL, 1934). Durch die Bekämpfungsmaßnahmen DRÄGERS (1936) sanken die Befallsraten in Neuvorpommern in den Jahren 1926 bis 1936 bei Schlachtrindern von 26 % auf 7 %, bei Schlachtschafen von 17 % auf 5 %, bei Schlachtschweinen von 17 % auf 5 %.

Untersuchungen in den ehemaligen Gebieten Mecklenburgs und Vorpommerns, die in den sechziger und siebziger Jahren durchgeführt wurden, zeigen einen weiteren markanten Rückgang in der Befallshäufigkeit bei Schlachttieren (BUCHWALDER, 1967; KRÜGER, 1962). Im gleichen Maße sind auch die Hydatidoseerkrankungen unter der Bevölkerung zurückgegangen. Nach Krüger (1962) wurden im Gebiet Rostock in den letzten fünf Jahren vor seiner Veröffentlichung keine Echinokokken bei Sektionen gefunden. SCHARF (1961) stellte bei seinen Untersuchungen im ehemaligen Vorpommern 1957/58 noch folgenden Echinokokkenbefall bei Schlachttieren fest: Schaf 3,14 %, Rind 8,8 %, Schwein 1,65 %. Die Befallsraten liegen damit aber immer noch deutlich über dem Durchschnitt des gesamten DDR-Gebiets.

Diese Ergebnisse von SCHARF werden auch durch die Statistik bestätigt, die BUCHWALDER (1967) für 15 Bezirke in den Jahren 1963/64 zusammenstellte. Rostock liegt damit deutlich an der Spitze. Für 1954 errechnete BUCHWALDER für die gesamte DDR folgende Befallsintensitäten bei Schlachttieren:

|          |              |              |
|----------|--------------|--------------|
| Rind:    | Lunge 0,03 % | Leber 0,05 % |
| Schwein: | Lunge 0,01 % | Leber 0,18 % |
| Schaf:   | Lunge 0,23 % | Leber 0,58 % |

Befall der Schlachttiere in Rostock 1963:

|          |              |              |
|----------|--------------|--------------|
| Rind:    | Lunge 1,84 % | Leber 1,92 % |
| Schwein: | Lunge 0,03 % | Leber 0,16 % |
| Schaf:   | Lunge 0,34 % | Leber 2,30 % |

Ca. zehn Jahre vorher befaßten sich TEEUWEN (1950) und LERCH (1952) mit dem Echinokokkenbefall der Schlachttiere in begrenzten Gebieten der Bundesrepublik Deutschland.

TEEUWEN wertete die Fleischbeschaustatistiken von sieben Schlachthöfen in Hessen in dem Zeitraum von 1937 bis 1949 aus. Für das Jahr 1949 errechnete er folgende Prozentsätze der wegen Befall mit *Echinococcus granulosus* als untauglich beurteilten Organe:

|          |              |               |
|----------|--------------|---------------|
| Rind:    | Lunge 0,12 % | Leber 0,14 %  |
| Schwein: | Lunge 0,12 % | Leber 0,19 %  |
| Schaf:   | Lunge 0 %    | Leber 0,003 % |

LERCH untersuchte 1951/52 am Schlachthof in Stuttgart Schlachttiere auf das Vorkommen von *Echinococcus granulosus*. Er ermittelte für das Rind weitaus höhere Prozentsätze als TEEUWEN in Hessen. Bei Schafen und Schweinen differierten die Werte der beiden Autoren kaum.

Bei seinen Untersuchungen fand er folgende Befallsraten:

| Tier-<br>gattung | Anzahl | E.-befall   |    | Prozent   | davon untaugl. Prozent |    |           |
|------------------|--------|-------------|----|-----------|------------------------|----|-----------|
|                  |        | Lunge/Leber |    |           | Lunge/Leber            |    |           |
| Rind             | 3 203  | 28          | 21 | 0,81/0,65 | 12                     | 11 | 0,37/0,34 |
| Schwein          | 4 677  | 2           | 20 | 0,02/0,43 | 0                      | 10 | 0 /0,21   |
| Schaf            | 3 131  | 1           | 1  | 0,03/0,03 | 1                      | 0  | 0,03/0    |

LERCHS Untersuchungen machen deutlich, worauf vorher schon viele Autoren hingewiesen haben, daß die Fleischbeschau-statistiken nicht den tatsächlichen Stand des Echinokokkosebefalls unter den Nutztieren widerspiegeln, denn in allen Statistiken tauchen nur Organe auf, die stark mit Zysten durchsetzt sind und deshalb für untauglich beurteilt werden. Einzelne Zysten werden ausgeschnitten, die Organe somit tauglich, oder sie werden gar nicht erkannt. Die von REUTER (1986) zusammengestellten Hydatidose-Beanstandungsfälle bei Schlachttieren (nach amtlicher Statistik) zeigen deutliche Unterschiede zu den Untersuchungsergebnissen von LERCH und TEEUWEN.

|      | Rind  | Schaf | Schwein |
|------|-------|-------|---------|
| 1970 | 0,2 % | 0,5 % | 0,8 %   |
| 1980 | 0,1 % | 0,8 % | 0,9 %   |
| 1984 | 0,1 % | 0,8 % | 1,1 %   |

Die Werte bei Schaf und Schwein sind wesentlich höher. REUTER weist darauf hin, daß bei Schweinen und Schafen in der Statistik parasitäre Abkapselungsprozesse ohne genauere Differenzierung enthalten sind und daß es sich dabei meist um *Cysticercus tenuicollis* und nicht um *Echinococcus granulosus* gehandelt hat (REUTER, 1986). Seine Vermutungen stehen im Einklang mit den Untersuchungen von BERTRAMS (1968), der 1967 am Schlachthof in München 11 961 Schafe untersuchte. BERTRAMS

fand in 231 Schaflebern insgesamt 363 parasitäre Zysten; es handelte sich dabei ausnahmslos um *Cysticercus tenuicollis*.

## 2.2. *Echinococcus granulosus*-Stämme

Wegen der spezifischen Zwischenwirtszyklen und der morphologischen Unterschiede wurden von den verschiedenen Autoren unterschiedliche *Echinococcus granulosus*-Unterarten beschrieben. Diese aber sollten nach der Empfehlung der WHO solange als Stämme bezeichnet werden, bis ihr taxonomischer und epidemiologischer Status endgültig geklärt ist (WHO, 1981; ECKERT, 1981).

Von den vier Echinokokkenarten scheint also *Echinococcus granulosus* am meisten zur Variantenbildung innerhalb seiner Art zu neigen. Dafür werden verschiedene Gründe angeführt. Einen wesentlichen Faktor spielt die Art der Vermehrung bei *Echinococcus granulosus*, die die Entstehung von Mutanten begünstigt. Durch die Selbstbefruchtung, bisher nur bei *Echinococcus granulosus* nachgewiesen, kann z.B. ein rezessives Gen eines identischen Eies und einer Spermie zu einer doppelt rezessiven Mutante führen. Die sich anschließende asexuelle Vermehrung in der Hydatide führt dann zu einer ungeheuer großen Zahl von genetisch identischen Individuen aus dieser doppelt rezessiven Mutante (SMYTH und SMYTH, 1969; SMYTH, 1977). Darüberhinaus besitzt *Echinococcus granulosus* die geringste Zwischenwirtsspezifität der vier Echinokokkenarten. Er schließt in seinen breiten Fächer an Wirts- und Zwischenwirtsarten die Haus- und Nutztiere mit ein, was zu seiner weltweiten Verbreitung geführt hat (KUMARATILAKE und THOMPSON, 1982).

Die Morphologie ist ein wichtiges Kriterium zur Unterscheidung der Stämme von *Echinococcus granulosus*. Sie reicht jedoch als alleiniges Unterscheidungsmerkmal nicht aus. Morphologische Parameter müssen deshalb immer mit Untersuchungen über die Epidemiologie, die Wirtsspezifität, die Biochemie und die

biologische Entwicklung verknüpft sein (KUMARATILAKE und THOMPSON, 1982).

Sehr gut untersucht und dokumentiert ist die Situation in England, wo ein Pferdstamm, *Echinococcus granulosus equinus*, und ein Schafstamm, *Echinococcus granulosus granulosus*, vorkommen.

Die morphologischen Unterschiede bei den adulten Bandwürmern, z.B. Zahl und Länge der Rostellarhäkchen, Anzahl der Hoden und Länge des Cirrus, sind ausführlich beschrieben worden (WILLIAMS und SWEATMAN, 1963 a u. b; THOMPSON und SMYTH, 1977).

Die unterschiedliche Wirtsspezifität der beiden Stämme konnte von WILLIAMS und SWEATMAN (1963 b) durch einen Kreuzversuch nachgewiesen werden. So konnten Pferde nicht mit den Eiern des Schafstammes infiziert werden, während umgekehrt eine Infektion von Schafen mit denen des Pferdstammes gelang, wobei sich allerdings nur sehr kleine, sterile Zysten entwickelten. THOMPSON verglich das Wachstum der adulten Bandwürmer in den Hunden von beiden Granulosus-Stämmen und stellte fest, daß die Proglottidenbildung und die Geschlechtsreife beim Pferdstamm gegenüber dem Schafstamm gehemmt war (THOMPSON, 1977).

Beide Stämme sollen eine unterschiedliche Infektiosität gegenüber Menschen besitzen. Man geht heute davon aus, daß der Pferdstamm gar nicht oder kaum infektiös für den Menschen ist (SMYTH, 1977). Versuche, Rhesusaffen mit dem Pferdstamm zu infizieren, schlugen fehl (THOMPSON und SMYTH, 1976).

Zur Bestätigung der geringen Infektiosität des Pferdstammes trugen auch umfangreiche epidemiologische Untersuchungen bei.

Während der Pferdstamm in ganz England vorkommt, tritt der Schafstamm in drei Regionen auf und zwar in der Mitte und im Süden von Wales, im Nordwesten Englands und auf den westlichen

Inseln von Schottland (WALTERS und CLARKSON, 1980; CLARKSON, 1981; CHISHOLM et al., 1983). Die meisten Hydatidoseerkrankungen des Menschen sind aber nur aus den Gebieten bekannt, in welchen der Schafstamm vorkommt (SMYTH, 1977).

SMYTH und DAVIES (1974) konnten bei in vitro-Kultivierungen eindeutige physiologische Unterschiede zwischen den beiden Stämmen aufzeigen. Während die *Protoscolices* des Schafstammes sich in den Kulturen entwickelten, Proglottiden bildeten und sogar geschlechtsreif wurden, konnten die *Scolices* des Pferd Stammes nicht einmal bis zur Segmentierung gebracht werden (SMYTH, 1967).

Mittels isoelektrischer Fokussierung wurden Unterschiede im Proteinmuster bei den *Protoscolices* der beiden Stämme festgestellt (KUMARATILAKE et al., 1979). Die *Protoscolices* der beiden Stämme unterscheiden sich auch in ihrer chemischen Zusammensetzung. *Protoscolices* von *Echinococcus granulosus equinus* enthalten deutlich mehr Polysaccharide und Lipide aber weniger RNA und Proteine als die *Protoscolices* von *Echinococcus granulosus granulosus* (MCMANUS und SMYTH, 1978). MCMANUS und SMYTH (1978) stellten auch unterschiedliche Konzentrationen an Laktat, Azetat und Pyruvat als Endprodukte des Kohlehydratstoffwechsels fest.

Ähnlich gut untersucht wie in England ist die Echinokokkensituation in Australien. THOMPSON und KUMARATILAKE (1982) konnten durch umfangreiche epidemiologische, morphologische und biochemische Untersuchungen die Existenz von insgesamt drei verschiedenen Stämmen nachweisen:

- 1) Ein Haustierstamm auf dem Kontinent mit dem Hund als Endwirt und Schafen, Schweinen und Rindern als Zwischenwirte, wobei dem Schaf die wichtigste Bedeutung zukommt.
- 2) Ein weiterer Haustierstamm auf Tasmanien läuft nur über den

### Schaf/Hundzyklus ab.

- 3) Wiederum auf dem Kontinent kommt ein sylvatischer Stamm vor mit dem Entwicklungszyklus makropode Beuteltiere/Dingo.

Die Untersuchungen der beiden Autoren zeigten weiterhin, daß sowohl Hund als auch Dingo Endwirte für beide auf dem Mutterland vorkommende Stämme sein können. Und sie fanden natürliche Infektionen der makropoden Beuteltiere mit dem Haustierstamm. Auch sollen die morphologischen Stammesunterschiede nicht durch die Wirtsart beeinflusbar sein. Durch den Vergleich der Proteinmuster von *Protoscolices* konnten sie die Vermutung bestätigen, daß der Haustierstamm des Mutterlandes infektiös für den Menschen ist (THOMPSON, 1979; KUMARATILAKE und THOMPSON, 1982; KUMARATILAKE et al., 1983; KUMARATILAKE und THOMPSON, 1984 a u. b; THOMPSON et al., 1984).

In Mitteleuropa scheint ein Hund/Rindzyklus vorzuliegen. Die Befallshäufigkeit bei End- und Zwischenwirt ist jedoch gering. Auffällig ist die hohe Fertilitätsrate der Zysten, die in der Schweiz, in Belgien und in der Bundesrepublik Deutschland gefunden wurde und mit 75 % bis 95 % angegeben wird (ECKERT, 1981; BÜHLER, 1972; DE RYCKE und DE COOMAN, 1968; HÖRCHNER et al., 1986). Sie ist damit ähnlich hoch wie in Südafrika und Sri Lanka (VERSTER, 1962 und 1965; DISSANAIKE, 1962). Demgegenüber ist die Fertilitätsrate bei Rindern in anderen Ländern wie z.B. Australien und England sehr gering; sie wird mit 1 % bis 15 % angegeben (THOMPSON et al., 1984).

Morphologische Vergleichsstudien zeigten, daß sich die adulte wie die larvale Form von *Echinococcus granulosus* aus der Schweiz deutlich von dem Material von Schafen aus England und Australien bzw. von Rindern aus Australien unterschied. Markante Längendifferenzen und Formunterschiede wurden vor allem bei den Rostellarhäkchen der adulten Bandwürmer gefunden. Während die Häkchen des Schweizer Rinderstammes eine glatte

Außenfläche hatten und erheblich länger waren, zeigten sich bei den anderen Isolat-Enkernungen und Erhebungen. Die adulten Bandwürmer des Schweizer Stammes waren bei gleichem Alter wesentlich länger und hatten nie mehr als drei Glieder. Das letzte Glied war doppelt so lang wie die übrigen Proglottiden, während es bei den Bandwürmern englischen und australischen Ursprungs gerade die Hälfte der Länge des gesamten Bandwurms ausmachte. Weitere Unterschiede zeigten sich in der Anatomie der Bandwurmlieder, wie z.B. der Lage und Anzahl der Hoden. Das Wachstum war bemerkenswert schnell und die Geschlechtsreife wurde früh erreicht bei dem adulten Parasiten Schweizer Ursprungs. Am 35. Tag p.i. war die Mehrzahl der Bandwürmer gravid und enthielt dickschalige, embryonierte Eier. Dies steht im deutlichen Gegensatz zu der Entwicklung von *Echinococcus granulosus* in Australien und England. Hier wurden am 35. Tag p.i. im Uterus erst sich entwickelnde Eier ohne Schale beobachtet (THOMPSON et al., 1984; vergl. Übersicht 3).

Die morphologische Beschreibung von *Echinococcus granulosus* orteppi (VERSTER, 1962 und 1965) stimmt fast exakt mit derjenigen von *Echinococcus granulosus* aus der Schweiz überein. Darüber hinaus wurde eine ähnlich kurze Präpatenz bei Bandwürmern beobachtet, die von Rindern aus Südafrika abstammten, zusammen mit einer ebenfalls hohen Fertilitätsrate der Hydatiden. Es kann deshalb angenommen werden, daß ein eigener, an das Rind adaptierter Stamm existiert und daß dieser Stamm möglicherweise gleichzeitig in der Schweiz, in Belgien, Südafrika und Sri Lanka vorkommt (THOMPSON et al., 1984).

In Bulgarien wird die Existenz von zwei Stämmen vermutet, einem Schafstamm und einem Schweinstamm. Während die Eier aus dem Schaf/Hundzyklus nicht infektiös für Schweine waren, ließ sich umgekehrt eine Infektion bei Schafen mit Eiern aus dem Schwein/Hundzyklus erfolgreich setzen, wenn auch die Überlebensrate dieser Zysten geringer war. Morphologische

## Übersicht 3

Morphologie des 35 Tage alten adulten  
*Echinococcus granulosus* aus dem Rind/Hund-  
 zyklus der Schweiz und Australiens

|                                                         | SCHWEIZ<br>n = 50           | AUSTRALIEN<br>n = 40        |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Gesamtlänge des<br>adulten Bandwurms (mm)               | 4,2 ± 0,5<br>(3,4 - 6,9)    | 2,3 ± 0,6<br>(0,7 - 3,8)    |
| Länge des letzten<br>Segments (mm)                      | 2,7 ± 0,5<br>(2,1 - 3,5)    | 0,9 ± 0,2<br>(0,4 - 2,0)    |
| Maximale Anzahl<br>der Segmente                         | 3 (65 %)                    | 4 (20 %)                    |
| Länge der großen<br>Rostellarhäkchen (µm)               | 39,1 ± 0,8<br>(37,0 - 41,0) | 31,0 ± 2,3<br>(28,0 - 39,7) |
| Flügelänge der großen<br>Rostellarhäkchen (µm)          | 15,5 ± 0,4<br>(15,0 - 16,0) | 13,1 ± 2,3<br>(11,0 - 15,0) |
| Flügelänge: Gesamtl. (%)<br>d. großen Rostellarhäkchen  | 39,6 ± 1,2<br>(37,5 - 42,0) | 41,1 ± 3,2<br>(33,7 - 46,4) |
| Länge der kleinen<br>Rostellarhäkchen (µm)              | 32,7 ± 1,1<br>(31,0 - 34,0) | 23,6 ± 2,9<br>(19,0 - 31,5) |
| Flügelänge der kleinen<br>Rostellarhäkchen (µm)         | 11,1 ± 0,7<br>(10,0 - 12,0) | 9,1 ± 0,8<br>(7,0 - 21,0)   |
| Flügelänge: Gesamtl. (%)<br>d. kleinen Rostellarhäkchen | 33,9 ± 2,3<br>(30,9 - 39,0) | 38,6 ± 5,8<br>(32,0 - 41,0) |
| Form der Rostellarhäkchen                               | glatt                       | höckrig                     |

(THOMPSON et al., 1984)

Beschreibungen liegen nicht vor (KUMARATILAKE und THOMPSON, 1982).

Übertragungsversuche in Jugoslawien, wo ebenfalls ein Schwein/Hundzyklus vorkommt, zeigten keine Infektiösität für Kälber (WIKERHAUSER und BRGLEZ, 1984).

In der UdSSR sind ebenfalls zwei Stämme von *Echinococcus granulosus* bekannt. Ein Stamm befällt vornehmlich das Schwein, der andere vor allem das Schaf als Zwischenwirt. Die Identifizierung der beiden Stämme erfolgte aufgrund morphologischer, biologischer, immunologischer sowie epidemiologischer Kriterien (ZEN'KOV, 1975; KUZNETSOV et al., 1977, 1980). SLAIS (1980) konnte jedoch in einem Kreuzversuch Schafe und Schweine erfolgreich mit jeweils dem heterologen Stamm infizieren, stellte aber fest, daß sich bei den Schafen immer multilobuläre, bei den Schweinen immer symmetrische Zysten entwickelten. Der Schweinstamm kommt nur in bestimmten Regionen der UdSSR vor, wie Ukrainische SSR und Belorussische SSR, während der Schafstamm in weiten Teilen der UdSSR vorherrscht. (WHO, 1981; SCHANTZ und SCHWABE, 1969).

PULATOV (1984) vermutete, daß auch die Ziege ein gangbarer Zwischenwirt des Schafstammes sein könnte, da natürliche Infektionen bekannt sind und er Ziegen mit dem Schafstamm infizieren konnte, wobei sehr große, jedoch sterile Zysten entstanden.

In Afrika scheint eine Vielzahl von *Echinococcus granulosus*-Stämmen zu existieren (MATTOSIAN et al., 1977). Im Süden Afrikas scheint ein eigenständiger Rinderstamm vorzukommen, der sich durch eine hohe Fertilitätsrate der Hydatiden auszeichnet und möglicherweise identisch ist mit dem Rinderstamm, der in der Schweiz, in Belgien und Sri Lanka auftritt (VERSTER, 1962 u. 1965; THOMPSON et al., 1984). In Zentralafrika wird die Existenz eines sylvatischen Zyklus Löwe/Warzenschwein vermutet

(GRABER und THAL, 1980). Der Versuch, Hunde mit dem Material von Warzenschweinen zu infizieren, schlug fehl. Andererseits wurden in der gleichen Region Bandwürmer vom Echinokokkentyp bei einem Löwen beobachtet (GRABER und THAL, 1980), der mit dem von URTLEPP (1937) beschriebenen *Echinococcus felidis* identisch war. Auch in Uganda wird von einem sylvatischen Zyklus Warzenschwein/Löwe oder Büffel/Löwe berichtet (GRABER und THAL, 1980). Mit *Protoscolices* von Zebras waren experimentelle Infektionen des Löwen erfolgreich (YOUNG, 1975).

GRABER und THAL (1980) gehen deshalb davon aus, daß in Afrika ein Stamm von *Echinococcus granulosus* vorkommt, der an den Löwen adaptiert ist und je nach den lokalen Gegebenheiten das Zebra, das Warzenschwein, den Büffel und ausnahmsweise auch Antilopen als Zwischenwirte benutzt.

Besonders komplex scheint die Stammessituation vor allem in Kenia zu sein, wo *Echinococcus granulosus* ein besonders breites Zwischenwirtsspektrum umfaßt (MCMANUS und MACPHERSON, 1984).

Bei den Turkana im Nordwesten und in einigen nahegelegenen Provinzen Ugandas ist die Hydatidose unter der Bevölkerung weit verbreitet, während in anderen benachbarten Gebieten (z.B. Massailand) Infektionen des Menschen sehr selten auftreten, obwohl ähnliche ökologische Verhältnisse bestehen und die Infektionsrate unter den Nutztieren gleich groß ist (MATTOSIAN et al., 1977; MCMANUS und MACPHERSON, 1984). Möglicherweise ist das die Folge eines lokalen, besonders virulenten Stammes (THOMPSON, 1979). Bei umfangreichen Untersuchungen konnten MCMANUS und MACPHERSON (1984) bei End- und Zwischenwirten nur unwesentliche morphologische Abweichungen bei den Larvalen wie auch adulten Parasiten feststellen. Hunde zeigten sich empfänglich für *Protoscolices*, die von Menschen, Ziegen, Schafen oder Kamelen stammten, nicht jedoch für *Protoscolices* aus Rinderhydatiden. Die Zysten der Rinder waren zu einem hohen Prozentsatz steril oder kalzifiziert, die der anderen Zwischen-

wirte, einschließlich der bei der Turkanabevölkerung gefundenen, waren größtenteils fertil und enthielten lebensfähige *Protoscolices*. Bei den *in vitro*-Kultivierungen zeigte sich, daß die *Protoscolices* aller Zwischenwirte segmentierten und geschlechtsreif wurden. Weitgehende Übereinstimmung in der biochemischen Zusammensetzung und im Kohlehydratstoffwechsel von *Protoscolices* konnten bei Zysten aus Schafen und Menschen festgestellt werden.

Das Material aus Kamel- und Rinderhydatiden unterschied sich in seinem biochemischen Verhalten deutlich davon. Die Isoenzymmuster der Glucose-Phosphat-Isomerase (GPI) und Phosphatglucomutase (PGM) zeigten Übereinstimmung bei dem Untersuchungsmaterial von Mensch und Schaf, sowie vom Rind und einer Variante, die bei den Ziegen vorkam. Beim Kamel unterschied sich das GPI- und GPM-Material deutlich von dem des Menschen und des Schafes, zeigte aber Ähnlichkeit mit der zweiten vorkommenden Ziegenvariante. MCMANUS und MACPHERSON (1984) kamen aufgrund der Ähnlichkeiten des von Schafen, Ziegen und Menschen stammenden Materials zu dem Schluß, daß die Stämme untereinander infektiös sind. Der Status der Parasiten des Kamels und des Rindes als eigene Stämme scheint noch unklar.

Verschiedene Stämme von *Echinococcus granulosus* scheint es auch in verschiedenen Teilen Asiens zu geben. So wird z.B. über einen möglichen sylvatischen Stamm Hirsch/Schakal in Sri Lanka berichtet (PARAMANANTHAN und DISSANAIKE, 1961; DISSANAIKE, 1962).

Bei Hausrindern und Büffeln wurde im gleichen Land ein ungewöhnlich hoher Anteil an fertilen Zysten beobachtet (PARAMANANTHAN, 1961; DISSANAIKE, 1962). Untersuchungen von GIL und RAO (1967) lassen vermuten, daß beim indischen Büffel ein eigener Stamm von *Echinococcus granulosus* vorkommt.

### 2.3. Nachweis von Echinococcus granulosus beim Endwirt

Die Erkennung von Echinococcus-Trägern ist aus verschiedenen Gründen sehr schwierig. Da die Ausscheidung von Echinokokkenproglottiden nicht kontinuierlich erfolgt, wird bei einer einmaligen Kotuntersuchung auf ausgeschiedene Bandwurmglieder bzw. Eier nur ein Drittel der Bandwurmträger entdeckt. Darüberhinaus verläuft die Infektion beim Endwirt in den allermeisten Fällen klinisch inapparent, auch wenn der Dünndarm mit einigen Tausend adulter Stadien befallen ist (ECKERT, 1981). Nur in einigen wenigen Fällen wird der Besitzer durch die mit dem Kot ausgeschiedenen kleinen Proglottiden auf die Infektion aufmerksam.

Zum Nachweis der Bandwürmer im Kot der Endwirte werden verschiedene Flotationsverfahren angewandt, wobei die Echinokokkeneier nicht von denen anderer Taenienarten unterschieden werden können (BOCH und SUPPERER, 1983). Eine erhöhte Nachweis-sicherheit bringt die diagnostische Entwurmung, z.B. mit Parziquantel, mit anschließender Untersuchung der Ausscheidungen. Da es bei der diagnostischen Entwurmung zu einem massenhaften Ausscheiden von infektiösen Eiern kommt, müssen dabei besondere Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz der beteiligten Personen vorgenommen werden. (WHO, 1981). Bei erfolgreicher Entwurmung setzt der Fleischfresser häufig einen zweiphasigen Kot ab. Der erste Teil besteht aus einem festen, geformten Kot, ihm folgt eine gelbe, muköse Masse, in welcher sich die abgehenden Bandwürmer und Proglottiden, z.T. makroskopisch sichtbar, als sich heftig bewegende, fadenartige Gebilde befinden. Zur Diagnose kann der fest geformte Kot vernachlässigt werden (WHO, 1981). Die direkte Untersuchung von Kotportionen ist sehr zeitaufwendig und auch sehr ungenau (WHO, 1981).

Besser anzuwenden ist die Flotationstechnik mit einer gesättigten Natriumchloridlösung. Während die meisten anderen Kotbestandteile absinken, flotieren die Echinokokkenproglottiden (WHO, 1981).

Bei der Siebtechnik wird die mit Wasser aufbereitete Kotsuspension mit oder ohne Druck durch ein Sieb mit einer bestimmten Maschenweite geschwemmt und der Rückstand in kleinen Portionen auf Proglottiden untersucht (WHO, 1981). Die genauesten Ergebnisse werden mit der Sedimentationstechnik erreicht. Der Kot wird mit physiologischer Kochsalzlösung vermischt. Die Proglottiden sinken in dieser Lösung ab. Nach 30 Min. wird der Überstand vorsichtig abgegossen. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis der Überstand fast frei von schwebenden Teilchen ist. Das Sediment wird dann in kleinen Portionen in dunklen Schalen auf Proglottiden bzw. Bandwürmer untersucht (WHO, 1981).

Die Autopsie spielt eine besonders wichtige Rolle bei der Auffindung von Echinokokken wildlebender Endwirte. Zur Untersuchung wird der Dünndarm benötigt, der an beiden Enden sorgfältig abgebunden wird. Der Inhalt wird mit 4-10 % Formalin fixiert. Unfixiertes Material muß möglichst schnell untersucht werden, da der Parasit innerhalb 24 h verdaut wird. Unfixiertes Material kann bis zur Untersuchung auch tiefgefroren werden. Zu beachten ist, daß weder 4-10 % Formalin noch Temperaturen bis -70°C die Eier abtöten. Für die Zählung von Bandwurmem Exemplaren wird der Dünndarm in Portionen aufgeteilt, der Länge nach geöffnet und 30 Min. bei 37°C in physiologische Kochsalzlösung eingelegt. Dabei lösen sich die meisten Bandwürmer von der Mukosa. Zusätzlich wird die Darmwand mit einem Spatel abgeschabt und das gesamte Material mit Hilfe der beschriebenen Siebtechnik untersucht (WHO, 1981; LAWSON und GEMMEL, 1983).

## 2.4 Nachweis von *Echinococcus granulosus* beim Zwischenwirt

Serologische Tests zur intra vitam-Diagnose der Echinokokkose bei Nutztieren sind grundsätzlich möglich, jedoch nicht praxisreif, da sie z.T. zu unempfindlich sind oder Kreuzreaktionen mit anderen Helminthen zeigen (ECKERT, 1981).

MARTINEZ GOMEZ et al. (1980) untersuchten z.B. natürlich infizierte Schlachtrinder, -schweine, -ziegen und -schafe mittels indirekter Hämagglutination (IHA) und Latexagglutination (LA). Die Sensitivität der IHA lag je Tierart zwischen 75 % und 79 %, wobei sie in 20 % bis 23 % der Fälle falschpositive Ergebnisse erhielten. Als noch unempfindlicher erwies sich die LA mit einer Sensitivität zwischen 60 % und 75 %. Die Kreuzreaktionen bzw. falschpositiven Ergebnisse beim IHA-Test ließen sich mit Infektionen von *Taenia hydatigena* und *Taenia ovis* klären. Wegen des häufigen Vorkommens dieser larvalen Bandwürmer lassen sich diese serologischen Verfahren nicht für epidemiologische Untersuchungen einsetzen (YOUNG et al., 1978). CRAIG und RICKARD (1981) untersuchten mittels ELISA die Kreuzreaktionen zwischen *Taenia saginata*, *Taenia hydatigena* und *Echinococcus granulosus* bei Schafen und Rindern. Sie konnten durch Reinigung der verwendeten Antigene die Kreuzreaktion deutlich verringern, allerdings auf Kosten der Sensitivität des Tests.

Da die serologische Diagnose praktisch noch nicht eingesetzt werden kann, kommt der Diagnose bei der Sektion, vor allem bei der Fleischuntersuchung immer noch die größte Bedeutung zu. Der larvale *Echinococcus* ist z.T. bei der Adspektion der Organe erkennbar, es sollten jedoch besonders bei größeren Tieren die Organe durchtastet und im Verdachtsfall angeschnitten werden (WHO, 1981). Sehr kleine Zysten können aber auch dann noch übersehen werden. Zysten von Schweinen sind zwei bis drei Monate nach der Infektion erst ungefähr 1-3 mm, vier bis fünf Monate danach 3-10 mm im Durchmesser groß (SLAIS, 1981). Allerdings sind die meisten Zysten in dieser Größe steril.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Zysten scheint bei den unterschiedlichen Zwischenwirten verschieden groß zu sein. So zeigen Zysten von *Echinococcus granulosus* aus dem Schwein/Hundzyklus eine größere Wachstumsgeschwindigkeit als z.B. aus dem Pferd/Hundzyklus.

EDWARDS (1982) fand keine Echinokokkenzysten bei Pferden, die jünger als zwei Jahre waren. Die Befallshäufigkeit stieg mit dem Alter. Sie lag bei den viereinhalb- bis sechsjährigen Pferden bei 3,2 %, bei den über achtjährigen bei 16,3 %. LERCH (1952) fand bei seinen Untersuchungen am Schlachthof in Stuttgart die meisten Echinokokkenzysten in den Lungen von sechs- bis zwölfjährigen Kühen.

Die am häufigsten befallenen Organe sind die Leber und die Lunge, daneben auch die Milz und die Niere. Die Lokalisation in den Organen scheint bei den unterschiedlichen Stämmen z.T. verschieden zu sein. EDWARDS (1982) fand bei seinen Untersuchungen des Befalls von Pferden mit *Echinococcus granulosus* in Großbritannien in 88 % der Fälle nur die Leber und in 11 % der Fälle sowohl die Leber als auch die Lunge befallen. Beim Ren sind die Zysten von *Echinococcus granulosus* fast ausschließlich in der Lunge zu finden (SKJENNEBERG, 1959; POLJANSKAJA, 1966). Auch in der Schweiz findet man bei den Rindern die Mehrzahl der Zysten in der Lunge (THOMPSON et al., 1984).

In Bulgarien sind rund 50 % der Schafe Träger von Echinokokkenzysten. 72 % davon hatten Zysten sowohl in der Lunge als auch in der Leber, 17 % nur in der Lunge und 8 % nur in der Leber (VISNJAKOV und DIMITROV, 1970). Auch die Stärke des Echinokokkenbefalls scheint zu variieren. VISNJAKOV und DIMITROV (1970) fanden in Bulgarien bei 22 % der Schafe einen Befall von 5 bis 10 Zysten und bei 17 % einen Befall von über 10 Zysten. EDWARDS (1982) stellte bei den Pferden fest, daß 71 % einen Befall von 1 bis 10 Zysten und 10 % einen Befall von über 10 Zysten zeigten.

Differentialdiagnostisch ist bei Schafen, Ziegen und Schweinen *Cysticercus tenuicollis* (*Taenia hydatigena*) zu berücksichtigen. Eine Differentialdiagnose, besonders bei sehr kleinen oder degenerierten Zysten, kann nur die histologische Untersuchung ergeben (SLAIS und VANEK, 1980 a). Die Wand der Finne von *Echinococcus granulosus* besteht aus einer äußeren, lamellierten, zellfreien Hülle und einer inneren, zellhaltigen Keimschicht. Aus dieser ragen einzelne große, undifferenzierte Zellen, sog. Keimzellen, in die Bläschenhöhle vor (SLAIS, 1980).

Bei den fertilen Zysten sind deutliche Anhäufungen von undifferenzierten Keimzellen auf der Keimschicht bzw. schon ausgebildete Brutkapseln erkennbar (THOMPSON, 1976; ECKERT et al., 1983; MEHLHORN et al., 1983). Sterile größere Zysten zeichnen sich durch eine stark verbreitete hyalinoide Membran aus. Auf der Keimschicht sind nur vereinzelt undifferenzierte Keimzellen mit stark basophilem Kern zu sehen (BORTOLETTI und FERRETTI, 1978; SLAIS, 1981). Dieser Aufbau kann als ein spezifisches Merkmal der Metazestoden von *Echinococcus* betrachtet werden (WHO, 1981). Die Hydatide wird von einer bindegewebigen Wirtskapsel umgeben, die bei jungen, sich entwickelnden Hydatiden einen typischen dreischichtigen Aufbau zeigt (SLAIS und VANEK, 1980 b; SLAIS, 1981).

Der Kontakt mit dem Parasiten bildet eine Schicht histiozytärer Zellen. Es handelt sich um langgestreckte, epitheloide, palisadenartig zur Oberfläche der hyalinen Parasitenmembran angeordnete Zellen mit polarem Kern, an manchen Stellen mehrkernigen Riesenzellen ähnlich. Es schließen sich nach außen hin fibroblastische Zellen an, die in alle Richtungen verlaufen, wodurch eine spongiöse Struktur entsteht. In dieser finden sich verstreut auch epitheloide Zellen sowie vereinzelt Riesenzellen von Langerhans'schen Typ. Die mittlere Schicht der Bindegewebskapsel besteht aus lockerem Bindegewebe mit ausgereiften Fibro-

blasten und kollagenen Fasern, die parallel um die Hydatide verlaufen. Diese Schicht ist mit Rundzellen infiltriert. Die äußere Schicht wird von konzentrisch angeordnetem Bindegewebe gebildet, das mit dem Bindegewebe des untergehenden Organgewebes verschmilzt (ALI-KHAN, 1978; ALI-KHAN und SIBOO, 1980; SLAIS, 1981).

Bei regressiv veränderten Hydatiden ist die mittlere Schicht stark verbreitert und massiv mit Lymphozyten sowie zahlreichen Plasmazellen infiltriert, sie weist den Charakter eines lymphoreticulären Gewebes auf, z.T. mit Anzeichen zur Follikelbildung (SLAIS, 1981). Oft tritt gleichzeitig eine massive Einwanderung von eosinophilen Granulozyten in den epitheloiden Zellsaum ein. Diese Einwanderung ist immer in den ersten Monaten des Befalls zu beobachten. Bei besonders starken Wirtsreaktionen kommt es durch die heftige lokale allergische Reaktion zur Nekrose der epitheloiden Zellen und der eosinophilen Granulozyten, das Bläschen kollabiert, die parasitäre Membran wird in Falten gelegt, schließlich wird der Parasit eingeschmolzen. Ein Anzeichen beginnender Degeneration bei größeren Zysten ist das Aufquellen der hyalinoiden Membran und ein abnehmender Turgor der Hydatide (VANEK, 1980; SLAIS und VANEK, 1980 a u. b; SLAIS, 1981). Bei größeren Zysten tritt ein Gleichgewicht zwischen dem Parasiten und dem Abwehrsystem des Wirtes auf. Die epitheloide Zellschicht verschwindet ebenso wie die entzündlichen Infiltrate. Die bindegewebige Hülle wird nun von einem breiten Saum von ausgereiftem, kaum infiltriertem kollagenem Bindegewebe gebildet (SLAIS und VANEK, 1980 a u. b; SLAIS, 1981).

## 2.5. Diagnose von Echinococcus granulosus beim Menschen

Die Mehrzahl der Infektionen mit Echinococcus granulosus verläuft zunächst asymptomatisch. Die Beschwerden sind zumeist uncharakteristisch. Treten klinische Symptome auf, so sind sie oft auf den Funktionsausfall des betreffenden Organs durch Atrophie oder Kompression infolge der wachsenden Hydatidenblase zurückzuführen (NITSCHKE, 1985; STÜCKER und RAU, 1974). In der Häufigkeit der befallenen Organe steht die Leber mit 50 % bis 75 % an erster Stelle, gefolgt von der Lunge mit 10 %, Gehirn und Milz mit 5 % und Niere mit 2 % (JENSS und DÖLLE, 1982). Die Zysten in der Lunge werden häufig bei der routinemäßigen Röntgenuntersuchung entdeckt.

Röntgenologisch stellen sich die Hydatidenblasen als rundliche bis ovale Verschattungen gut in der Lunge dar, jedoch ist die Differentialdiagnose äußerst vielfältig. In der Leber läßt sich Echinococcus granulosus nur darstellen, wenn Kalkeinlagerungen in der Zystenwand vorhanden sind (WALTHER, 1982).

Mit Hilfe der Cholezystocholangiographie ist es z.B. möglich, Perforationen von Echinokokkenzysten in das Gallensystem nachzuweisen (BÄHR, 1981).

Die Sonographie besitzt eine große Treffsicherheit bei der Diagnose von Echinococcus granulosus. Der Nachweis von Tochterzysten innerhalb der Zyste ist pathognomonisch (PIRSCHKE, 1982).

Bei der Szintigraphie figurieren die von dem Parasiten befallenen Partien als Speicherdefekte, wenn ihr Durchmesser mindestens 1 cm bis 3 cm beträgt (NIETSCHKE, 1985).

Bei der Computertomographie ist der Nachweis von Wandverkalkungen für Echinococcus granulosus ebenso pathognomonisch wie die Darstellung von Tochterzysten und von Agglomeraten von Protoscolices (BÄHR, 1981; HÜBNER und METZGER, 1982).

Der direkte Nachweis von *Echinococcus granulosus* ist nur postoperativ durch die Darstellung von Protoscolices oder Häkchen aus der Zystenflüssigkeit möglich. Die Probepunktion ist wegen der Gefahr der Aussaat von Tochterzysten und der Gefahr des anaphylaktischen Schocks kontraindiziert.

Für den indirekten Nachweis der Echinokokkose, d.h. Nachweis von Antikörpern, stehen mehrere serologische Testmethoden unterschiedlicher Sensitivität und Spezifität zur Verfügung und werden teilweise alleine oder in Kombination angewendet: Der Doppeldiffusionstest nach Ouchterlony, die Immunoelktrophorese, die Gegenstromelktrophorese und die Komplementbindungsreaktion (KBR) gelten als spezifische, jedoch wenig sensitive Tests. Der indirekte Hämagglutinationstest (IHA), der indirekte Immunofluoreszenstest (IIFT), der Enzymimmuntest (ELISA) und der Radioimmuntest (RIA) werden hingegen als Verfahren mit hoher Sensitivität angesehen. In Ländern wie der Schweiz, Frankreich, Australien usw., wo *Echinococcus granulosus* und *Echinococcus multilocularis* gleichzeitig vorkommen, ist die Differentialdiagnose hinsichtlich der weiteren Behandlung und der Prognose von großer Bedeutung. Um die Sicherheit des Antikörper-Nachweises zu erhöhen, werden zwei oder mehrere Testmethoden gleichzeitig und möglichst unter Verwendung verschiedener Antigene durchgeführt (MANNWEILER et al., 1979; BÖHLE, 1985; AUER et al., 1986). Zur Steigerung der Spezifität gelang GOTTSTEIN et al. (1983), aus dem Gewebe der Metazestoden von *Echinococcus multilocularis* zwei serologisch aktive Proteinfractionen, Em1 und Em2, zu isolieren. Das Antigen Em2 reagierte mit Antikörpern gegen *Echinococcus granulosus* und *Echinococcus multilocularis*. Das Antigen Em2 schien mehr spezifisch für *Echinococcus multilocularis* zu sein. Durch gleichzeitige Anwendung und Vergleich der Reaktionen beider Antigenfractionen im ELISA konnte in 95 % von 57 bestätigten Fällen humaner cystischer oder alveolärer Echinokokkose eine spezifische serologische Differentialdiagnose gestellt werden.

### 3. Material und Methoden

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, durch Untersuchungen an verschiedenen Schlachthöfen die Verbreitungsrate von *Echinococcus granulosus* beim Rind in Deutschland zu klären und festzustellen, ob die bei natürlich infizierten Schlachtrindern gefundenen Echinokokkenhydatiden infektiös für den Endwirt Hund sind. Weiter wurde untersucht, ob nach Rückverfütterung des daraus gewonnenen Eiermaterials an Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen eine besondere Zwischenwirtsspezifität besteht.

#### 3.1. Untersuchungen zur Verbreitung des Echinokokkenbefalls bei Schlachtrindern

An vier Schlachthöfen in der Bundesrepublik Deutschland wurden Untersuchungen über die Häufigkeit von *Echinococcus granulosus* bei Schlachtrindern durchgeführt:

Städtischer Schlacht- und Viehhof BAMBERG

Städtischer Schlacht- und Viehhof KAUFBEUREN

Schlachthof DUISBURG-MEIDRICH

Städtischer Schlacht- und Viehhof REGENSBURG

##### 3.1.1. Schlachtaufkommen und Einzugsgebiete

###### BAMBERG

Mit 57 890 geschlachteten Rindern, 3 248 geschlachteten Kälbern und rund 240 000 geschlachteten Schweinen im Jahr 1984 zählt der Städtische Schlacht- und Viehhof BAMBERG zu den größten Schlachthöfen in Bayern. Der Einzugsbereich von etwa der Hälfte des Schlachtaufkommens erstreckt sich über große Teile Ober- und Unterfrankens. Weitere, bedeutende Zulieferungen kommen aus Augsburg und vom Viehmarkt in Memmingen. Aus Niedersachsen und Hessen werden ebenfalls regelmäßig Rinder angeliefert. Die Struktur des näheren Einzugsgebietes dieses Schlachthofes

stellt sich folgendermaßen dar: Etwa 20 % aller Betriebe sind Haupterwerbsbetriebe, weitere 20 % haben einen außerlandwirtschaftlichen Zuerwerb und rund 60 % werden im Nebenerwerb bewirtschaftet. Die Tiere stammen zum großen Teil aus eigener Aufzucht und werden fast ausschließlich im Stall gehalten.

#### KAUFBEUREN

1984 wurden in Kaufbeuren 17 000 Rinder, nahezu 1 500 Kälber und 31 000 Schweine geschlachtet. Das Großvieh wird aus dem Landkreis Ostallgäu, dem westlichen Teil des Landkreises Weilheim, aus den Landkreisen Landsberg und Unterallgäu angeliefert. Es herrscht in diesem Gebiet Weidehaltung verbunden mit ausgeprägter Milchviehhaltung vor.

#### DUISBURG-MEIDRICH

Im Schlachthof DUISBURG-MEIDRICH wurden 1984 rund 36 000 Rinder, ca. 2 000 Kälber und 110 000 Schweine geschlachtet. Die Rinder stammten vor allem aus den nahegelegenen Landkreisen Kleve, Wesel, Geldern, Coesfeld, Borken und aus dem Münsterland. In diesen Gebieten, die im Naherholungsbereich des Ruhrgebiets liegen, werden die Rinder zum größten Teil auf der Weide gehalten. Ein geringer Anteil der Rinder kam von den Viehhöfen in Stuttgart und Memmingen.

#### 3.1.2. Untersuchungszeitraum

Die Untersuchungen in Duisburg-Meidrich im Jahr 1984 erstreckten sich über den Zeitraum von Mai bis Dezember. Diese Untersuchungen führte dankenswerter Weise Herr Volkmar Kuske, Tierarzt am Schlachthof in DUISBURG-MEIDRICH, durch. In KAUFBEUREN begannen die Untersuchungen im Januar und endeten im Juli. Der Untersuchungszeitraum in BAMBERG belief sich auf die Monate Juli 1984 und November 1984 bis Oktober 1985.

Insgesamt wurden an den drei genannten Schlachthöfen 101 363 Rinder und 5 871 Kälber untersucht. Am Städtischen Schlacht-

und Viehhof REGENSBURG wurden in 14 Tagen rund 1 000 Rinder auf das Vorkommen von zystischer Echinokokkose kontrolliert.

### 3.1.3. Untersuchungsmethode

Den in den Schlachthöfen tätigen Tierärzten und Fleischbeschauern wurde Anschauungsmaterial vorgelegt, um auf die Problematik der Auffindung und Diagnose von Echinokokkenhydatiden aufmerksam zu machen. Bei der Fleischuntersuchung wurde ein besonderes Augenmerk auf die Adspektion und Palpation von Lunge und Leber gelegt. Bei einem Befall mit *Echinococcus granulosus* wurden die Organlokalisation und die Anzahl der Zysten festgehalten. Die Schlachttierkörper wurden nach einer Alters- und Geschlechtsbestimmung in vier Kategorien (Kuh - Bulle - Färse - Kalb) eingeteilt. Z.T. wurde eine genaue Altersbestimmung anhand von Zahnalter, Ossifikation von Dornfortsätzen, Prästernum und Zwischenwirbelscheiben am Kreuzbein vorgenommen. Um eine exakte Lokalisation der Zysten innerhalb des betroffenen Organs zu ermitteln, wurden Lunge oder Leber in 1 cm dicke Streifen geschnitten und diese sorgfältig durchtastet, um gleichzeitig zu klären, ob noch andere, nicht durch die Adspektion und Palpation erfaßbare Zysten vorhanden waren. Die Zysten wurden dann vorsichtig aus dem umgebenden Gewebe präpariert, ihr Volumen festgestellt und auf Fertilität, d.h. auf erkennbare Kopfanlagen, untersucht. Es wurde zwischen fertilen, hochfertilen, sterilen und degenerierten Zysten unterschieden, wobei diesen Begriffen folgende Definitionen zugrundegelegt wurden:

- |                        |                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| a) <b>steril:</b>      | Unter dem Lichtmikroskop sind keine Brutkapseln oder Protoscolices feststellbar; |
| b) <b>fertil:</b>      | Protoscolices oder Brutkapseln vorhanden;                                        |
| c) <b>hochfertil:</b>  | Dichter Hydatidengriß, bei Punktion massenhaftes Austreten von Protoscolices;    |
| d) <b>degeneriert:</b> | Einlagerung von Kalkkörperchen in die Parasitenmembran, Lösung von der           |

Wirtskapsel, geringer Turgor der Hydatide, *Protoscolices* oder Häkchen von *Protoscolices* noch nachweisbar.

Die Herkunft der befallenen Rinder konnte anhand von Schlachtnummern in den meisten Fällen ermittelt werden. Mit Unterstützung von Viehkommissionen, Großschlächtern, Viehhändlern und Anlieferern waren weitere epidemiologische Nachforschungen möglich. Im nahen Einzugsbereich des Schlachthofes BAMBERG wurden die Herkunftsorte der mit Echinokokken befallenen Rinder mit Ortschaften, in denen noch Metzgereien mit eigenen Rinderschlachtungen existieren, verglichen.

In einer Klinik für Lungenkrankheiten, die hauptsächlich durch Patienten aus der näheren und weiteren Umgebung BAMBERGS belegt war, wurde über die Herkunft der seit 1970 nachgewiesenen Echinokokkenfälle recherchiert.

### 3.2. Versuchstiere und deren Haltung

Als Versuchstiere standen zwei Beagles, je vier Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine zur Verfügung. Beide Hunde, ein Rüde und eine Hündin, wurden vor der Infektion koproskopisch untersucht. Ein Befall mit *Toxocara canis* vor der Infektion konnte nach zweimaliger Piperazingabe erfolgreich behandelt werden. Die Hunde wurden ihrem Bedarf entsprechend mit Trockenfutter gefüttert und erhielten Wasser ad libitum. Am Tag der Infektion waren sie 5 1/2 Monate alt. Die Beagles befanden sich bis zum 26. Tag p.i. in einem Isolierstall des Instituts für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin. Noch vor Ablauf der Präpatenz bis zu ihrer Tötung am 53. bzw. 54. Tag p.i. wurden sie streng isoliert von der Außenwelt in den Zentralen Tierlaboratorien gehalten. Entsprechende Sicherheitsmaßnahmen für das betreuende Personal sollten das Infektionsrisiko möglichst gering halten. Die für die Haltung der Hunde vorgesehenen Räume waren nur durch eine Schleuse zugänglich und durften nur mit besonderer Arbeitsschutzkleidung betreten werden. Die Räume standen unter

Unterdruck, um einer eventuellen aerogenen Verbreitung von Echinokokkeneiern vorzubeugen. Alle erforderlichen Gegenstände konnten nur über eine Sterilisationsschleuse in die Räume verbracht bzw. aus diesen entfernt werden. Nach Beendigung des Versuchs wurden alle Gegenstände, Käfige, Abfallprodukte ebenso wie das angefallene Abwasser und die beiden Tierkörper in der Sterilisationsschleuse bei 135°C ca. 30 Min. sterilisiert. Anschließend wurden die beiden Räume auf 80°C über einen Zeitraum von 60 Min. erhitzt.

Als potentielle Zwischenwirte standen vier Deutsche Schwarzbunte Kälber, vier Deutsche Bunte Edelziegen, vier Merinolandschafe und vier Ferkel, Deutsche Landrasse, die alle aus der Zucht des Instituts für Parasitologie bzw. der Klinik für Klauentierkrankheiten stammten, zur Verfügung. Die Kennzeichnung, das Alter und das Geschlecht sowie Infektionsdauer und Infektionsdosis sind der Übersicht 4 zu entnehmen.

Schafe und Rinder waren bis zur Infektion aufgestallt, die übrige Zeit wurden sie auf der Koppel gehalten. Ziegen und Schweine waren während der gesamten Zeit aufgestallt. Zum Zeitpunkt der Infektion wurden die Tiere in Isolierställe gebracht, in denen sie bis zum 5. Tag p.i. verblieben. Der an diesem Tag gesammelte Kot und die Einstreu wurden 10 Min. bei 135°C sterilisiert. Pflegepersonal und Versuchstierbetreuer arbeiteten in den Isolierställen nur mit Handschuhen.

Am 17. bzw. 28. Tag p.i. verendeten zwei der Ziegen. Die pathologische Sektion erbrachte eine Harnblasenruptur und Urolithiasis bzw. multiple Abszesse in der Bauchhöhle mit ausgedehnten Metastasen im gesamten Verlauf der Arteria pulmonalis und deren Äste.

Übersicht 4 Infektion von Ziegen, Schweinen, Schafen und Rindern mit Echinococcus granulosus  
bei den eigenen Untersuchungen.

| Tierart | Nummer | Geschlecht | Alter<br>in Monaten | Infektionsdosis<br>(Eier pro Tier) | Schlachtung<br>(p.i.in Tagen) |
|---------|--------|------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Ziege   | 21     | männlich   | 9                   | 1000                               | 214                           |
| Ziege   | 25     | männlich   | 6                   | 1000                               | 214                           |
| Ziege   | 36     | männlich   | 5                   | 1000                               | 28 (verendet)                 |
| Ziege   | 37     | männlich   | 3 1/2               | 1000                               | 17 (verendet)                 |
| Schwein | 4/3724 | kastriert  | 2                   | 500                                | 224                           |
| Schwein | 7/3933 | weiblich   | 2                   | 500                                | 224                           |
| Schwein | 4/3933 | kastriert  | 2                   | 500                                | 224                           |
| Schwein | 4/724  | kastriert  | 2                   | 500                                | 224                           |
| Schaf   | 42     | weiblich   | 9                   | 1000                               | 225                           |
| Schaf   | 41     | männlich   | 9                   | 1000                               | 211                           |
| Schaf   | 40     | männlich   | 9                   | 1000                               | 225                           |
| Schaf   | 39     | männlich   | 9                   | 1000                               | 225                           |
| Rind    | 88     | weiblich   | 6                   | 1000                               | 225                           |
| Rind    | 173    | männlich   | 5 1/2               | 1000                               | 211                           |
| Rind    | 187    | weiblich   | 4                   | 1000                               | 225                           |
| Rind    | 181    | männlich   | 5                   | 1000                               | 140                           |

### 3.3. Infektionsmaterial

Zur Infektion der Hunde wurden Echinokokkenzysten von natürlich infizierten Schlachtrindern des Städtischen Schlacht- und Viehhofes BAMBERG und des Schlachthofes DUISBURG-MEIDRICH verwendet. Die Zysten waren am Tag der Infektion zwischen einem und zwanzig Tage alt und bei Kühlschranktemperatur gelagert worden. Vor der Infektion der Hunde wurden die Zysten einzeln geöffnet und der Inhalt mit 0,1 % Eosin auf lebensfähige *Protoscolices* untersucht (SMYTH und BARRETT, 1980). Der Hündin wurden 9 fertile Zysten mit Volumina zwischen 10 ml und 20 ml, dem Rüden 11 Zysten der gleichen Größe, mit dem Futter vermischt, verabreicht. Die Eier zur Infektion der Zwischenwirte wurden aus reifen, abgehenden Proglottiden gewonnen. Hierzu wurden die zerkleinerten Proglottiden mit physiologischer Kochsalzlösung durch ein Sieb mit 500 µm Maschenweite ausgewaschen und ausgezählt. Jeweils vier Kälbern, Schafen und Ziegen wurden je 1 000 Eier in 5 ml Flüssigkeit, den vier Ferkeln je 500 Eier appliziert. Die Infektion erfolgte oral, auf zwei Dosen verteilt, im Abstand von 8 Stunden.

Zur Überwachung der Ei- und Proglottidenausscheidung der Hunde wurden vom ersten Tag der Infektion an der morgens und abends abgesetzte Kot jeweils koproskopisch untersucht. Die Untersuchung erfolgte mit Hilfe des Flotationsverfahrens mit  $ZnCl_2/NaCl$ , und ab dem 26. Tag p.i. zusätzlich mit dem Sedimentationsverfahren auf ausgeschiedene Proglottiden. Letzteres Verfahren wurde als Verfahren zur exakten quantitativen Bestimmung der Proglottidenausscheidung in Anlehnung an die FAO/UNEP/WHO-RICHTLINIEN (1981) gewählt. Das in den Richtlinien beschriebene Verfahren wurde von mir wie folgt abgeändert: Der gesamte Kot wird in einem Gefäß mit etwas Wasser verrührt, dann auf 3 Liter aufgegossen und nach 15 Min. dekantiert. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis der Überstand frei von schwebenden Teilchen ist. Das Sediment wird dann in kleinen Portionen in einer Petrischale auf dunklem Hintergrund unter-

sucht.

Nachdem die zwei Hunde am 53. bzw. am 54. Tag mit Pentobarbital i.v. getötet worden waren, wurden sie seziiert, und der Darmtrakt entnommen. Der Dünndarm wurde geöffnet und auf adulte Bandwürmer untersucht. Dazu wurde ein kleines Stück des Dünndarms eröffnet und das Organ in physiologische Kochsalzlösung von 37°C gelegt. Nach 30 Min. wurde bei 100 adulten Bandwürmern die Anzahl der Segmente gezählt. Die Gesamtlänge und die Länge des letzten Segments wurden im unfixierten Zustand bei 50 Exemplaren ausgemessen. Die Länge und Flügelänge von je 50 kleinen und großen Hähchen wurden unter den gleichen Bedingungen festgehalten.

#### Untersuchungen bei den Zwischenwirten

Die Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine wurden in einem Zeitraum von 4 1/2 bis 7 1/2 Monaten nach der Infektion geschlachtet, wie aus der Übersicht 4 zu entnehmen ist. Folgende makroskopische Untersuchungen wurden durchgeführt: Lunge und Leber wurden durch intensive Adspektion und Palpation auf Zysten von *Echinococcus granulosus* untersucht. Danach wurden die Organe in ca. 0,5 cm dicke Streifen geschnitten, sorgfältig durchtastet und alle verdächtigen Veränderungen festgehalten. Alle zystenartigen Gebilde wurden mit Formaldehyd fixiert, in Paraffinwachs eingebettet und für die lichtmikroskopische Beurteilung geschnitten. Die Schnitte wurden mit Haematoxylin/Eosin gefärbt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Befall der untersuchten Schlachtrinder mit *Echinococcus granulosus*

Tab:1

Verbreitungsrate von Echinokokkenzysten bei Schlachtrindern und Kälbern.

|                                     | Schlacht -<br>zahlen | Echinokokken -<br>vorkommen | prozentualer<br>Anteil |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Gesamt <sup>(ohne<br/>Kälber)</sup> | 101.363              | 277                         | 0,27%                  |
| Kühe                                | 42.853.              | 235                         | 0,55%                  |
| Bullen                              | 41.554.              | 25                          | 0,06%                  |
| Färsen                              | 16.956.              | 17                          | 0,10 %                 |
| Kälber                              | 5.871.               | 1                           | 0,017%                 |

Von den insgesamt 101 363 untersuchten Rindern und 5 871 Kälbern konnte bei 277 Schlachtrindern und bei einem Kalb ein Befall mit *Echinococcus granulosus* festgestellt werden; dies entspricht einem prozentualen Befall von 0,27 % bzw. 0,017 % (Tab. 1). Die Befallsrate (Tab. 2) war in KAUFBEUREN mit 0,61 % ungefähr dreimal, in DUISBURG-MEIDRICH mit 0,41 % ungefähr doppelt so hoch wie in BAMBERG, wo im Durchschnitt nur 0,2 % aller untersuchten Rinder Träger von Echinokokkenzysten waren. Die Aufschlüsselung bei den einzelnen Rinderkollektiven ist ebenfalls aus Tab. 2 zu ersehen.

Am Städtischen Schlacht- und Viehhof BAMBERG trat *Echinococcus granulosus* über den Untersuchungszeitraum mit relativ konstanter Häufigkeit auf (Abb. 1). Die Werte pendelten sich zwischen

Tab: 2

Vorkommen von Echinokokkenzysten bei Schlacht -  
rindern im Zeitraum 1984/85 an den Schlachthöfen

a) BAMBERG

b) DUISBURG - MEIDRICH

c) KAUFBEUREN

a)

|                                     | Schlacht -<br>zahlen | Echinokokken -<br>vorkommen | prozentualer<br>Anteil |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Gesamt <sup>(ohne<br/>Kälber)</sup> | 69667                | 137                         | 0,2 %                  |
| Kühe                                | 24 543               | 100                         | 0,41%                  |
| Bullen                              | 29 597               | 22                          | 0,07%                  |
| Färsen                              | 15 527               | 15                          | 0,1 %                  |
| Kälber                              | 3 974                | 1                           | 0,03 %                 |

b)

|                                     | Schlacht -<br>zahlen | Echinokokken -<br>vorkommen | prozentualer<br>Anteil |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Gesamt <sup>(ohne<br/>Kälber)</sup> | 25 935               | 107                         | 0,41 %                 |
| Kühe                                | 14 077               | 106                         | 0,75%                  |
| Bullen                              | 11 178               | 0                           | 0                      |
| Färsen                              | 684                  | 1                           | 0,15%                  |
| Kälber                              | 1 471                | 0                           | 0                      |

c)

|                                     | Schlacht -<br>zahlen | Echinokokken -<br>vorkommen | prozentualer<br>Anteil |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Gesamt <sup>(ohne<br/>Kälber)</sup> | 5757                 | 33                          | 0,61 %                 |
| Kühe                                | 4233                 | 29                          | 0,69%                  |
| Bullen                              | 779                  | 3                           | 0,39%                  |
| Färsen                              | 745                  | 1                           | 0,13 %                 |
| Kälber                              | 426                  | 0                           | 0                      |

0,15 % und 0,24 % ein, nur der März fiel mit einem Echinokokkenbefall von 0,44 % als höchster Wert auf. Der niedrigste Befall wurde im Juli 1985 (0,13 %) gemessen. In DUISBURG-MEIDRICH (Abb. 2) wurde in den Monaten Mai, Juni, Juli bei 0,52 %, 0,64 % und 0,5 % der Schlachtrinder ein Befall mit Echinococcus granulosus festgestellt. Im September fiel die Zahl der Echinokokkenfunde rapide ab (0,24 %), um dann in den drei folgenden Monaten wieder auf Werte um 0,3 % anzusteigen. In KAUFBEUREN (Abb. 3) lag der Befall der Schlachtrinder in allen fünf Untersuchungsmonaten mit geringen Abweichungen um 0,6 %. Der niedrigste Wert wurde im Mai 1985 mit 0,48 %, der höchste Wert im Februar mit 0,72 % gemessen.

Am Städtischen Schlacht- und Viehhof REGENSBURG wurden in 14 Tagen rund 1 000 Rinder auf das Vorkommen von Echinococcus granulosus untersucht. Es konnten bei keinem dieser Schlachtrinder (etwa zwei Drittel davon waren Bullen) Zysten gefunden werden. Diese Rinder wurden wegen des kurzen Untersuchungszeitraums und der geringen Gesamtzahl nicht in die Berechnungen mit einbezogen.

#### 4.2. Vorkommen der Echinokokkenzysten an einzelnen Schlachtstätten in Abhängigkeit vom Alter der Schlachtrinder

Zysten von Echinococcus granulosus wurden vor allem bei Kühen gefunden (Tab. 1). 0,55 % aller untersuchten Kühe zeigten einen Befall. Bei den Färsen waren es 0,1 % aller Tiere. Der Anteil der befallenen Schlachtbullen lag bei 0,06 %. Am niedrigsten war der Befall bei den Schlachtkälbern mit 0,017 %. Je jünger die Tiere waren, um so geringer war der Anteil der Schlachttiere, bei denen Zysten von Echinococcus granulosus gefunden wurden. Geht man davon aus, daß Färsen, Bullen und Kälber in der Regel jünger, Kühe älter als dreieinhalb Jahre sind, so waren rund 40 % aller untersuchten Schlachtrinder älter als dreieinhalb Jahre. Bei diesen 40 % der Schlachtrinder wurden rund 85 % der Echinokokkenzysten gefunden.

Am Schlachthof BAMBERG lag der prozentuale Anteil der befalle-  
nen Kühe im Durchschnitt bei 0,4 % und damit wesentlich über  
den Befallsraten der anderen Schlachtkategorien (Tab. 2a). Der  
höchste Befall wurde im März 1985 (0,72 %) gemessen (Abb. 4).  
Bei den Färsen lag die Befallsrate mit 0,1 % wesentlich niedri-  
ger (Tab. 2a). Im März 1985 wurden bei vier Färsen (0,32 %), in  
den Monaten Juli, November, Dezember 1984 und Juni 1985 bei  
keiner Färse Zysten gefunden (Abb. 4). Seltener als bei Färsen  
traten bei Bullen Zysten auf (Tab. 2a). Der Befall war dabei  
großen Schwankungen unterworfen (Abb. 4). Im Februar und April  
konnten keine Zysten gefunden werden, während im Januar und  
März 0,22 % und 0,23 % der Bullen Echinokokken aufwiesen. Am  
niedrigsten war der Befall bei den Kälbern. Nur bei einem der  
3 974 untersuchten Tiere konnte Echinokokkose festgestellt  
werden (Tab. 2a; Abb. 4).

Am Schlachthof in DUISBURG-MEIDRICH (Abb. 5) war der Befall bei  
den Kühen mit durchschnittlich 0,75 % ebenfalls wesentlich hö-  
her als bei den anderen Schlachtrindern (Tab. 2b). Im Juni wur-  
den die meisten (1,26 %), im September (0,49 %) die wenigsten  
Echinokokkenfunde gemacht (Abb. 5).

Keine Echinokokkenzysten wurden bei den untersuchten Schlacht-  
bullen und bei den Schlachtkälbern gefunden. Nur in einem Fall  
von 684 untersuchten Färsen konnten Zysten festgestellt werden  
(Tab. 2b; Abb. 5).

Auch am Schlachthof in KAUFBEUREN (Abb. 6) war der Befall der  
Kühe mit *Echinococcus granulosus* wesentlich höher als bei den  
Bullen, Färsen und Kälbern (Tab. 2c).

Im Unterschied zu den anderen beiden Schlachthöfen war der  
Prozentsatz bei den Schlachtbullen höher als bei den Färsen  
(Abb. 6). Bei 426 untersuchten Kälbern konnte bei keinem ein  
Befall mit *Echinococcus granulosus* festgestellt werden.

Abb: 1

Monatliches Vorkommen von Echinococcus granulosus  
bei Schlachtrindern in

BAMBERG 1984/85

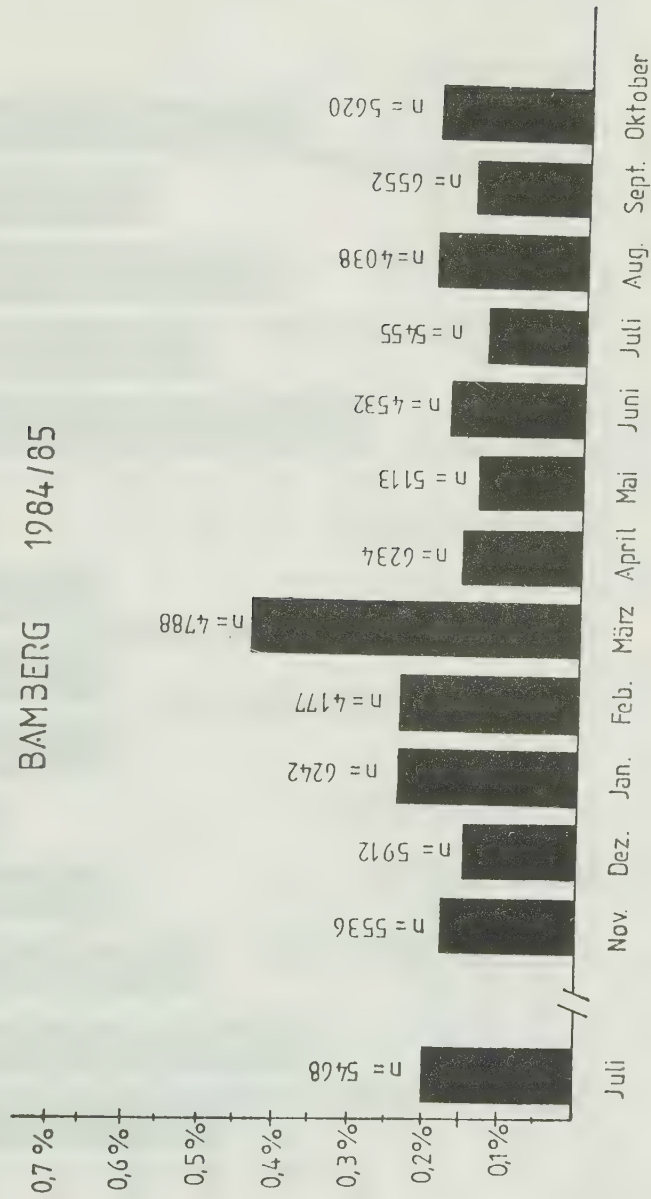


Abb: 2

Echinokokkenfunde bei  
Schlachtrindern in

DUISBURG-MEIDRICH 1984

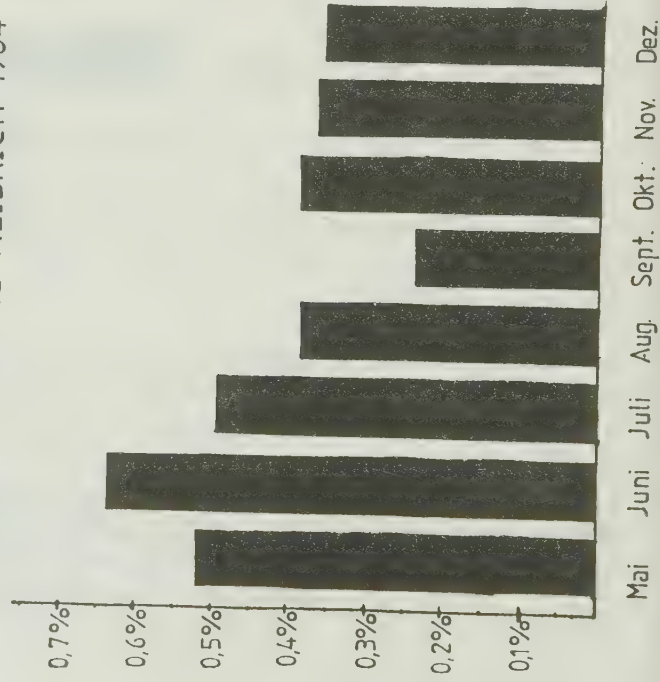


Abb: 3

Echinokokkenfunde bei  
Schlachtrindern in

KAUFBEUREN 1985

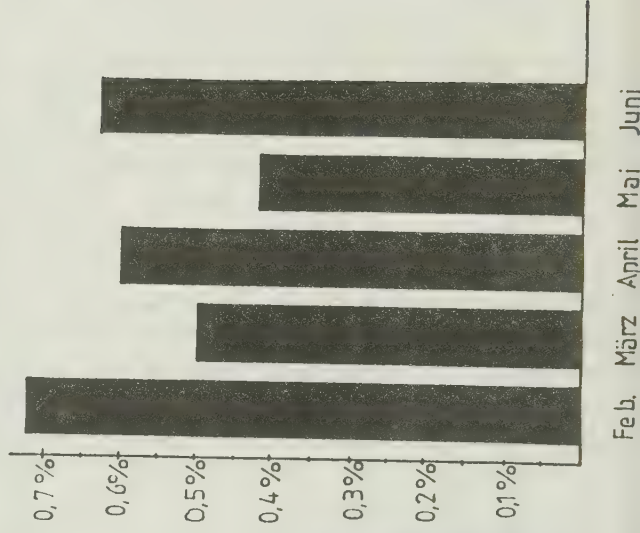


Abb: 4

Prozentuale Verteilung von Echinococcus granulosus bei  
den untersuchten Schlachtrindern (Kühe ■, Bullen ▨,  
Färsen ▩ u. Kälbern ▧) in Bamberg.

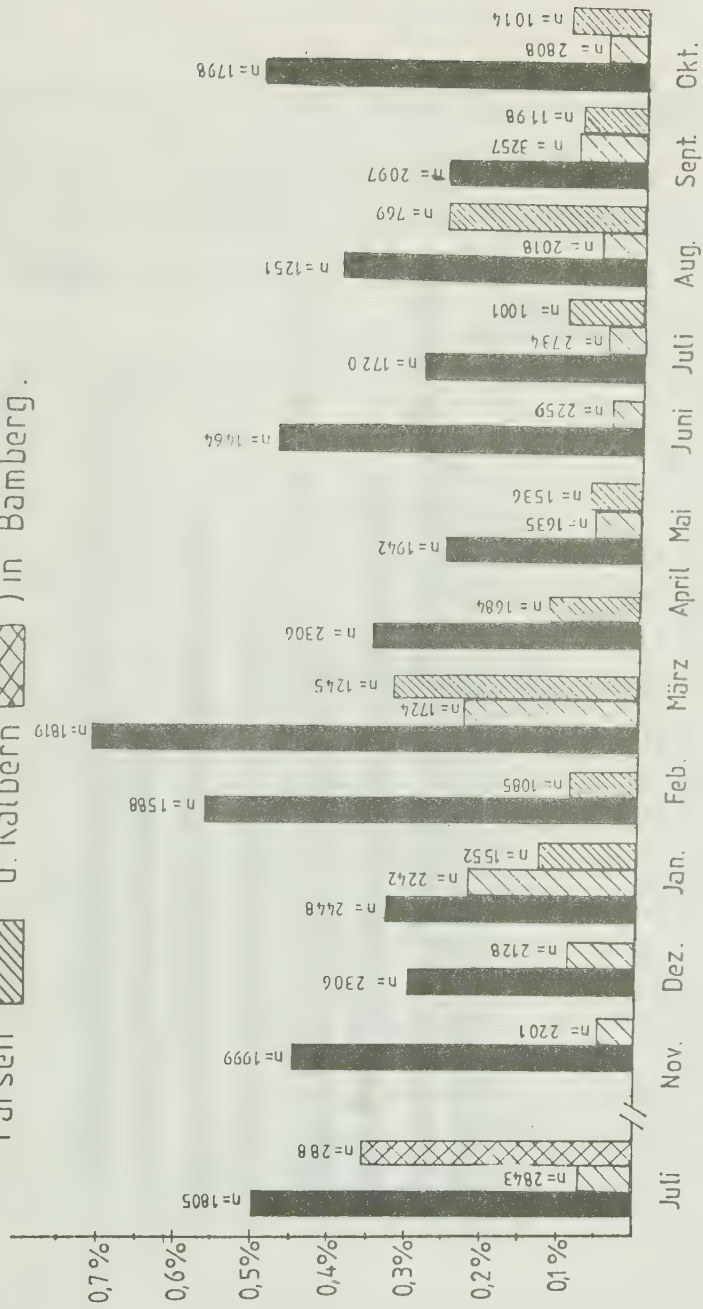


Abb:5

Prozentuale Verteilung von Echinococcus granulosus bei den untersuchten

Schlachtrindern (Kühe

und Färsen )

in Duisburg-Meidrich

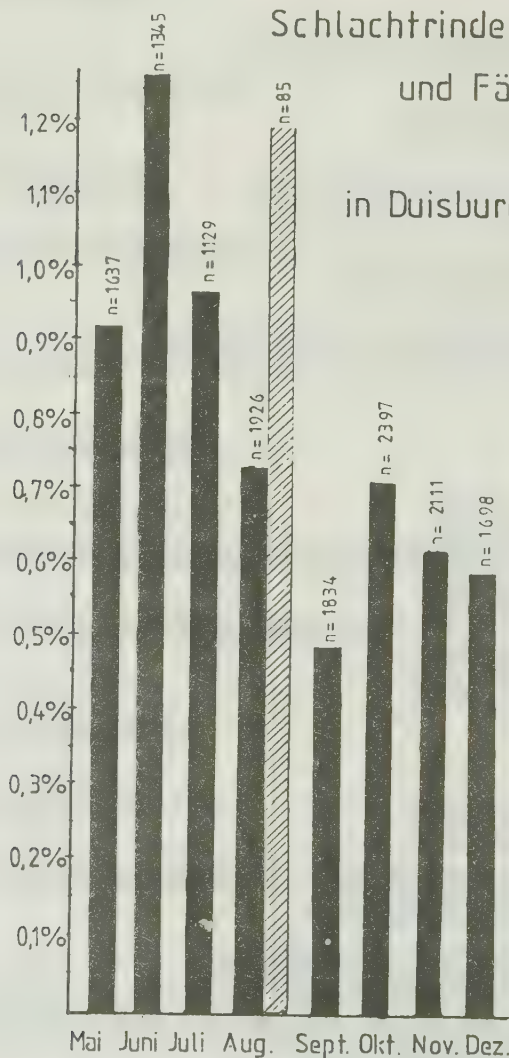
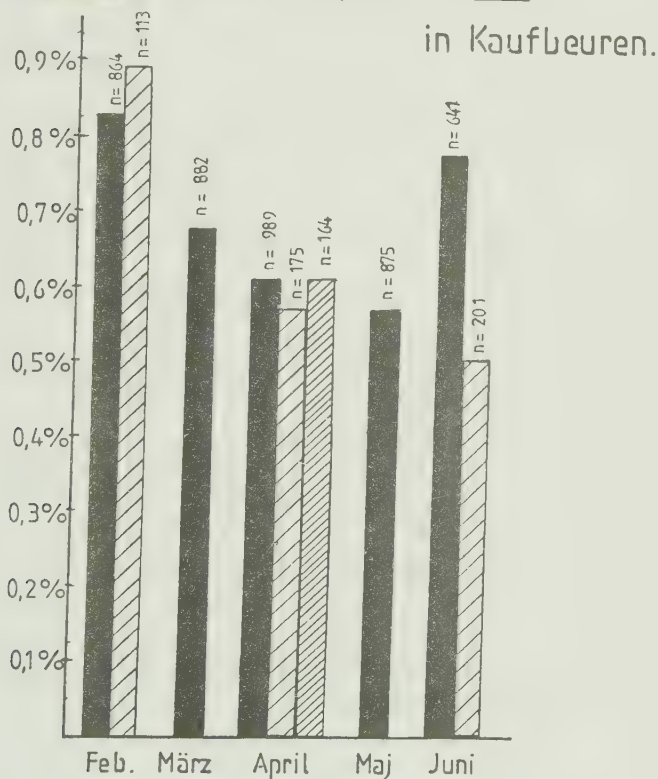


Abb:6

Prozentuale Verteilung von Echinococcus granulosus bei den untersuchten Schlachtrindern (Kühe , Bullen , Färsen )



Wie aus Abb. 7 zu erkennen ist, wurden bei den Untersuchungen am Schlachthof BAMBERG Echinokokkenzysten vor allem bei älteren Tieren, also in der Regel bei Kühen, gefunden. Obwohl die Schlachtrinder, die älter als dreieinhalb Jahre waren, nur ca. ein Drittel aller geschlachteten Rinder stellten (Tab. 2a), wurden bei ihnen rund zwei Drittel der Echinokokkenfunde gemacht. Auf die restlichen zwei Drittel der Schlachttiere (Färsen, Bullen und Kälber) fielen nur ein Drittel der Echinokokkenfunde. Die geringe Zahl von Zystenträgern, die älter als zweieinhalb und jünger als fünf Jahre waren, erklärt sich aus der Tatsache, daß die Schlachtzahlen in dieser Altersstufe geringer sind. Der etwas höher erscheinende Anteil der Echinokokkenfunde bei den eineinhalb- bis zweieinhalbjährigen relativiert sich durch die hohe Zahl der untersuchten Tiere (ca. 40 % des gesamten Schlachtaufkommens wird von Mastbullen gestellt) in dieser Altersstufe. In DUISBURG-MEIDRICH wurde bei 30 Schlachtrindern, die mit Echinococcus granulosus befallen waren, das Alter bestimmt. Hier zeigte sich ein ähnlicher Altersaufbau wie in BAMBERG. Nur ein Schlachtrind war jünger als dreieinhalb Jahre, ein Rind viereinhalb, acht Tiere zwischen viereinhalb und sechs Jahre. Achtzehn Kühe waren zwischen acht und zehn Jahre alt und zwei Tiere älter als zehn Jahre.

#### 4.3. Vorkommen, Verteilung und Größe von Echinokokkenzysten in den befallenen Organen

Bei den 278 Fällen von Echinokokkose bei Schlachtrindern aus den drei Schlachthöfen wurden nur in zwei Fällen Echinokokkenzysten in der Leber gefunden; beide Zysten waren steril. Alle anderen Funde entfielen auf die Lunge. An den Schlachthöfen DUISBURG-MEIDRICH und KAUFBEUREN waren bei keinem der insgesamt 140 befallenen Schlachtrinder mehr als vier einzelne Echinokokkenzysten zu zählen. Am Schlachthof in BAMBERG waren bei 60 Schlachtrindern nur je eine, bei 31 nicht mehr als fünf Echinokokkenzysten zu ermitteln. Bei einer siebenjährigen Kuh

konnten sechs, bei drei älteren Kühen zehn, achtzehn bzw. vierundzwanzig Zysten gezählt werden. Nur bei einer ca. achtjährigen Kuh war die Lunge mit vierundneunzig Echinokokkenzysten durchsetzt.

Die Lokalisation der Zysten in der Rinderlunge wurde bei 95 Schlachtrindern mit insgesamt 294 Hydatidenblasen untersucht. Die Verteilung der Zysten in der Rinderlunge ist in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt. Eine deutliche Anhäufung von Echinokokkenzysten trat im "Lobus caudatus dexter" auf. 124 der 294 Zysten wurden allein in diesem Lungenlappen gefunden. Im "Lobus caudatus sinister" war der Befall nicht so stark wie im rechten hinteren Lungenlappen, hier wurden 78 Zysten gefunden (Abb. 9).

Unterteilt man diese beiden Lobi in je sechs Felder, so wird sichtbar, daß in den beiden cranialen, an der Margo obtusus gelegenen Feldern jeweils die meisten Echinokokkenzysten gefunden wurden. In den beiden betreffenden rechten Feldern wurden 80 (43 und 37) in den beiden linken Feldern 45 (23 und 22) der 294 untersuchten Zysten gezählt. In den am Rande liegenden Feldern ist der Befall deutlich geringer.

An dritter und vierter Stelle der Befallshäufigkeit stehen nach den beiden caudalen Lungenlappen, der "Lobus cranialis dexter, pars cranialis" und der "Lobus medius" mit 23 und 30 erkannten Zysten. Die Befallshäufigkeit der rechten Lungenhälfte (210 Zysten plus 1 Zyste im "Lobus accessorius") ist auffallend höher als die der linken Lungenhälfte mit 84 Zysten.

Bei 89 mit Echinococcus granulosus befallenen Schlachtrindern wurde das Volumen von insgesamt 284 Zysten gemessen. Die Zysten waren zum überwiegenden Teil sehr klein (Abb. 10); 85 hatten ein Volumen bis 5 ml und 253 waren nicht größer als 25 ml.

Eine Abhängigkeit zwischen der Größe der Hydatide und ihrer Fertilität konnte beobachtet werden. Zysten mit einem Volumen bis zu 5 ml waren zu einem hohen Anteil steril. Der Anteil der sterilen Zysten nahm mit zunehmendem Volumen ab. Nur drei sterile Blasen waren größer als 20 ml. Zysten mit Anzeichen von Degeneration wurden in fast allen Größenordnungen gleich häufig angetroffen (Abb. 10). Der Anteil der fertilen bzw. hochfertilen Zysten nahm mit zunehmender Größe der Hydatiden zu. Nur bei den Zysten bis zu einem Volumen von 5 ml war ihr Anteil gering. Zysten mit einem Volumen über 35 ml waren zu 100 % fertil (Abb. 10).

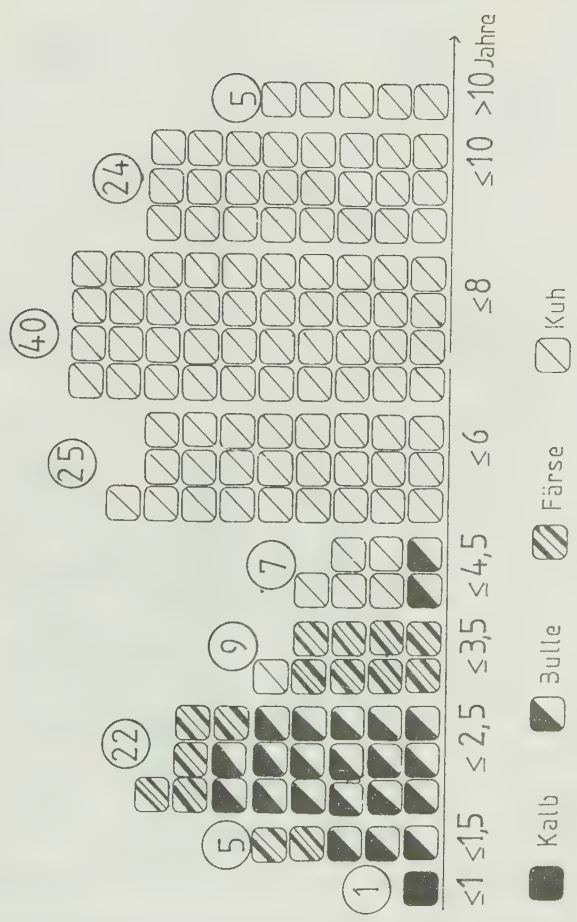
Neben der Abhängigkeit von der Größe wurde auch die des Alters der Schlachtrinder zur Fertilität der Echinokokkenzysten untersucht. Zuerst wurde der Befall mit bis zu fünf Zysten betrachtet. Bei den eineinhalb- bis zweieinhalbjährigen Tieren war der Anteil der sterilen Zysten sehr hoch. Schlachtrinder, bei welchen degenerierte Zysten gefunden wurden, waren zum überwiegenden Teil älter als sechs Jahre. Fertile Zysten waren vor allem in der Altersgruppe über viereinhalb Jahren zu finden (Abb. 11a).

Dieses Bild verschiebt sich etwas, nimmt man die Schlachtrinder mit mehr als fünf Zysten hinzu. Bei diesen Tieren waren viele kleine, sterile Zysten zu finden. Da die Anzahl der Zysten gerade bei älteren Tieren häufig höher war, stieg der Anteil der sterilen Zysten bei den Schlachtrindern, die älter als sechs Jahre waren, erheblich an. Der Anteil der degenerierten Zysten blieb etwa gleich (Abb. 11a+b).

Die Gegenüberstellung des Alters der Tiere zur Größe der bei ihnen gefundenen Zysten erbrachte folgende Resultate (Abb. 12): Bei Kindern unter viereinhalb Jahren war das Volumen der Zysten nie größer als 20 ml. Bei den ältesten Tieren wurden die größten Zysten (75 ml und 100 ml) gefunden. Je älter die Schlachttiere waren, um so höher lag der Anteil der über 20 ml

Vorkommen von Echinokokkenzysten bei 138 befallenen  
Schlachtrindern in Bamberg in Abhängigkeit vom Alter,  
Geschlecht und Nutzung

O = Anzahl der Tiere



Kalb
 Bulle
 Färse
 Kuh

Abb: 8

Lokalisation von 294 Echinokokkenzysten in  
95 Rinderlungen

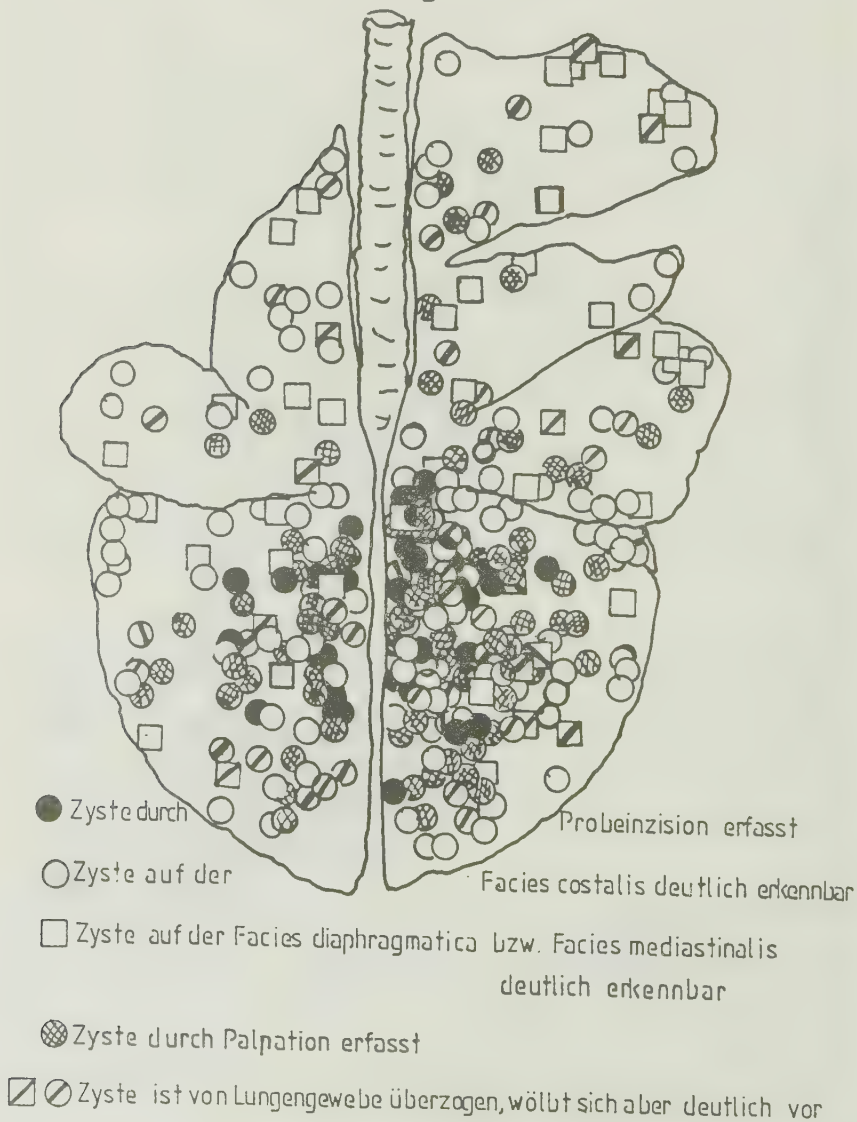
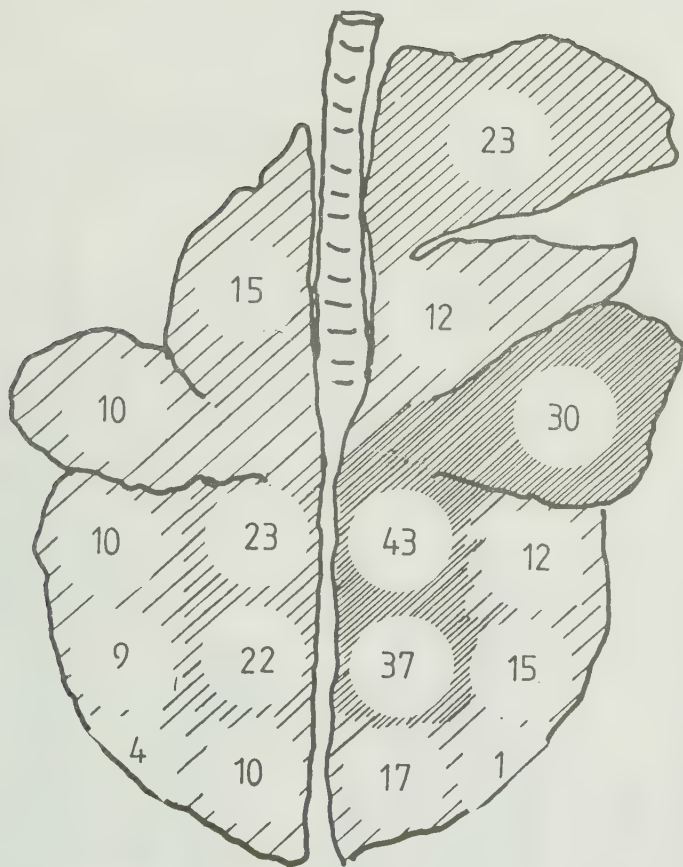


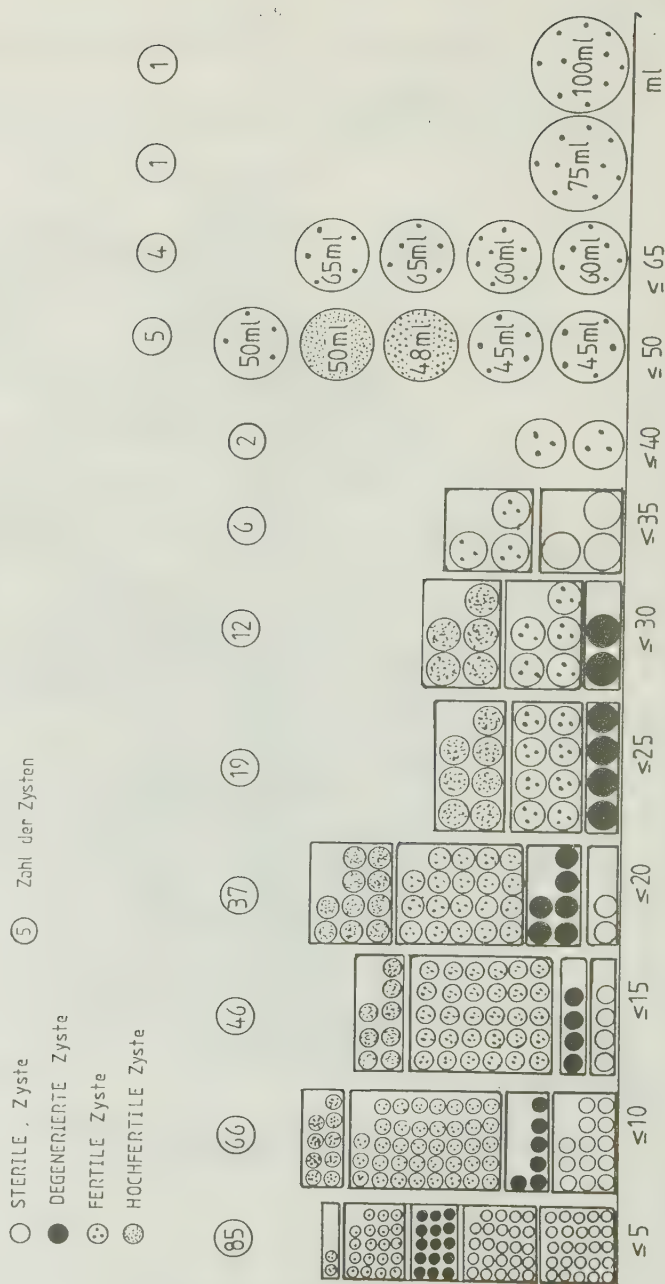
Abb: 9

Verteilung der 294 Echinokokkenzysten  
in der Lunge



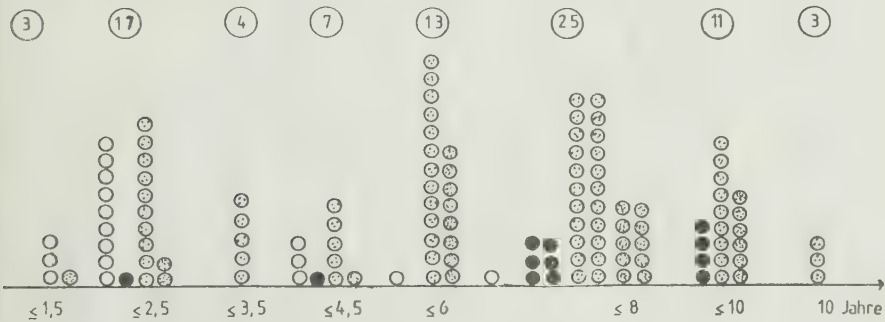
+ 1 Zyste im Lobus accessorius

### Abhängigkeit der Fertilität von 284 Zysten bei 89 Schlachtrindern von ihrer Größe



**Abb:11**      Fertilität von Echinokokkenzysten in Abhängigkeit vom Alter der Schlachtrinder

a)      von 83 Tieren mit einem durchschnittlichen Befall bis zu 5 Zysten



b)      von allen 89 Tieren, mit einem Befall von bis zu 94 Zysten

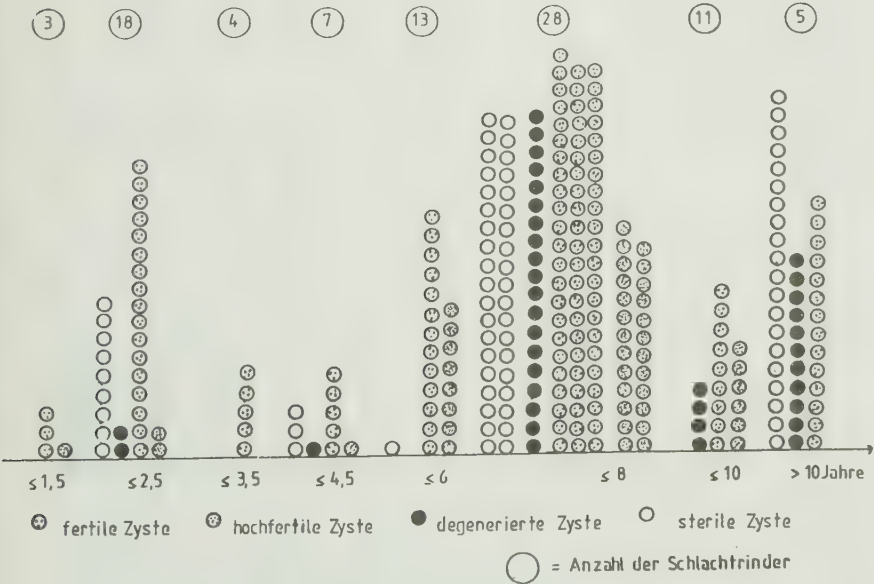
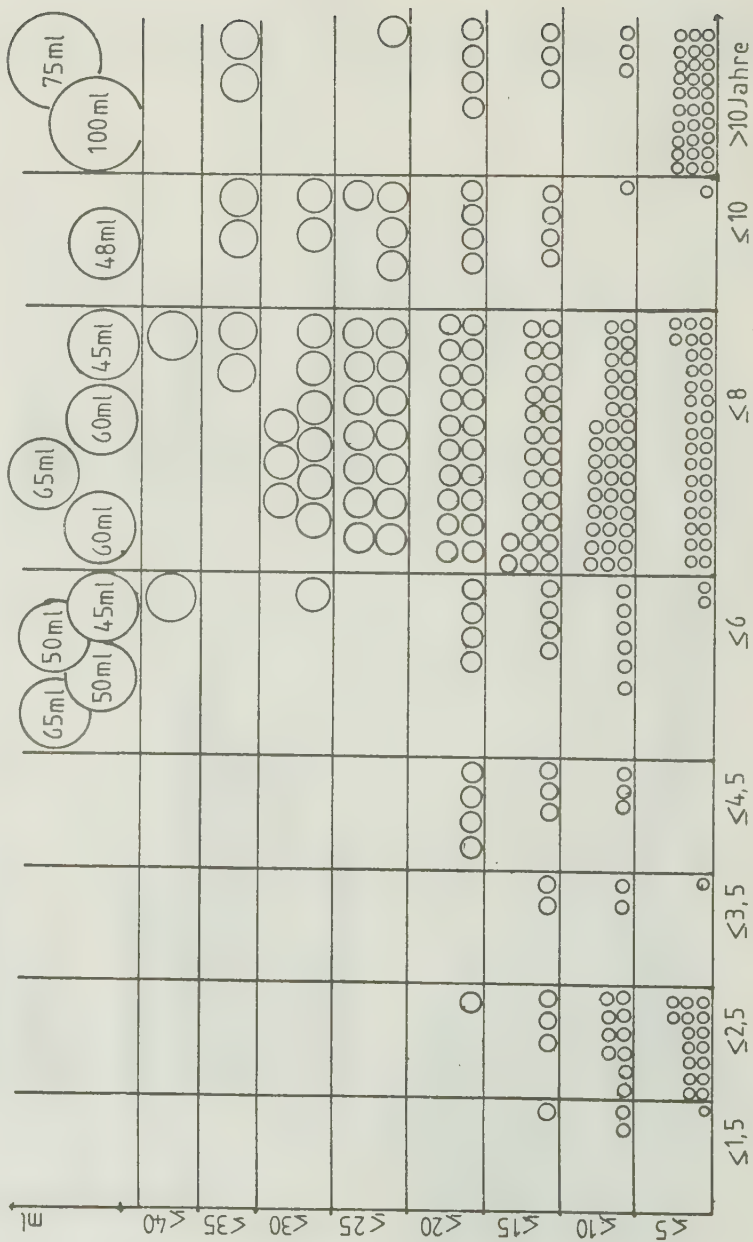


Abb:12

Größe der Echinokokkenzysten in Abhängigkeit vom Alter der Schlachtrinder



großen Zysten. Die hohe Zahl der kleinen Zysten bei den sechs- bis achtjährigen und bei den über zehnjährigen Rindern kam wiederum durch den hohen Anteil der kleinen, sterilen Zysten bei den Rindern, die Träger von mehr als fünf Echinokokkenblasen waren, zustande (Abb. 12).

#### 4.4. Lokalisation der Zysten und ihre Erfassung bei der Fleischuntersuchung Adspektion - Palpation - Inzision

Bei 95 in BAMBERG untersuchten Schlachtrindern waren bei 71 Fällen die Zysten deutlich sichtbar. In 11 Fällen waren die Zysten von Lungengewebe überzogen, wölbten sich aber deutlich über die Oberfläche vor. Bei 19 der eben genannten Fälle lagen zusätzlich in der Tiefe des Lungengewebes noch weitere Zysten verborgen, die erst beim Durchtasten oder beim Zerschneiden des Organs in dünne Scheiben gefunden wurden. Bei 11 Schlachttieren wurden die Echinokokkenzysten erst beim Palpieren der Lunge entdeckt. In zwei Fällen ließen sie sich bei dem vorgeschriebenen Querschnitt durch die Hauptlufttröhrenäste erfassen. Betrachtet man die Lokalisation der 294 Echinokokkenzysten, so ergibt sich folgendes Bild: 139 Zysten waren auf der Oberfläche der Lunge deutlich sichtbar. 107 lagen auf der Facies costalis bzw. interlobaris und damit im Gesichtsfeld des Fleischbeschauers. 35 Zysten befanden sich auf der Facies diaphragmatica bzw. mediastinalis, d.h. auf der, der fleischuntersuchenden Person abgewandten Seite. Diese Zysten konnten nur bei gründlicher Adspektion erfaßt werden. Diesen 139 Zysten stehen 155 gegenüber, die nicht unmittelbar als solche zu erkennen waren. Sie waren entweder mit Lungengewebe überzogen, wölbten sich aber über die Lungenoberfläche vor (36 Zysten) oder lagen in der Tiefe, konnten aber bei sorgfältiger Durchtastung des Organs erkannt werden (73 Zysten). 33 Zysten von Echinococcus granulosus waren so in der Tiefe des Lungengewebes verborgen, daß sie erst beim scheibenweisen Zerschneiden der Lunge zutage traten.

#### 4.5. Das Vorkommen von Echinococcus granulosus in den Einzugsgebieten der Schlachthöfe Bamberg, Kaufbeuren und Duisburg-Meidrich

In insgesamt 221 Fällen konnte die Herkunft der mit Echinococcus granulosus befallenen Schlachtrinder zurückverfolgt werden. (Abb. 13).

Von 90 Schlachtrindern aus DUISBURG-MEIDRICH stammten 81 aus dem näheren Einzugsgebiet dieses Schlachthofes, neun Tiere waren aus anderen Bundesländern angeliefert worden (Tab. 3; Abb. 13).

Von den 25 positiven Tieren aus KAUFBEUREN STAMMTEN 23 aus dem nahen Einzugsgebiet des Schlachthofes KAUFBEUREN (Tab. 3; Abb. 13).

Am Städtischen Schlacht- und Viehhof in BAMBERG kamen 79 von 106 befallenen Tieren aus dem nahen Einzugsgebiet des Schlachthofes. Weitere 27 Tiere waren aus anderen Bundesländern angeliefert worden (Tab. 3; Abb 13).

Abb:13

Echinococcus

granulosus bei

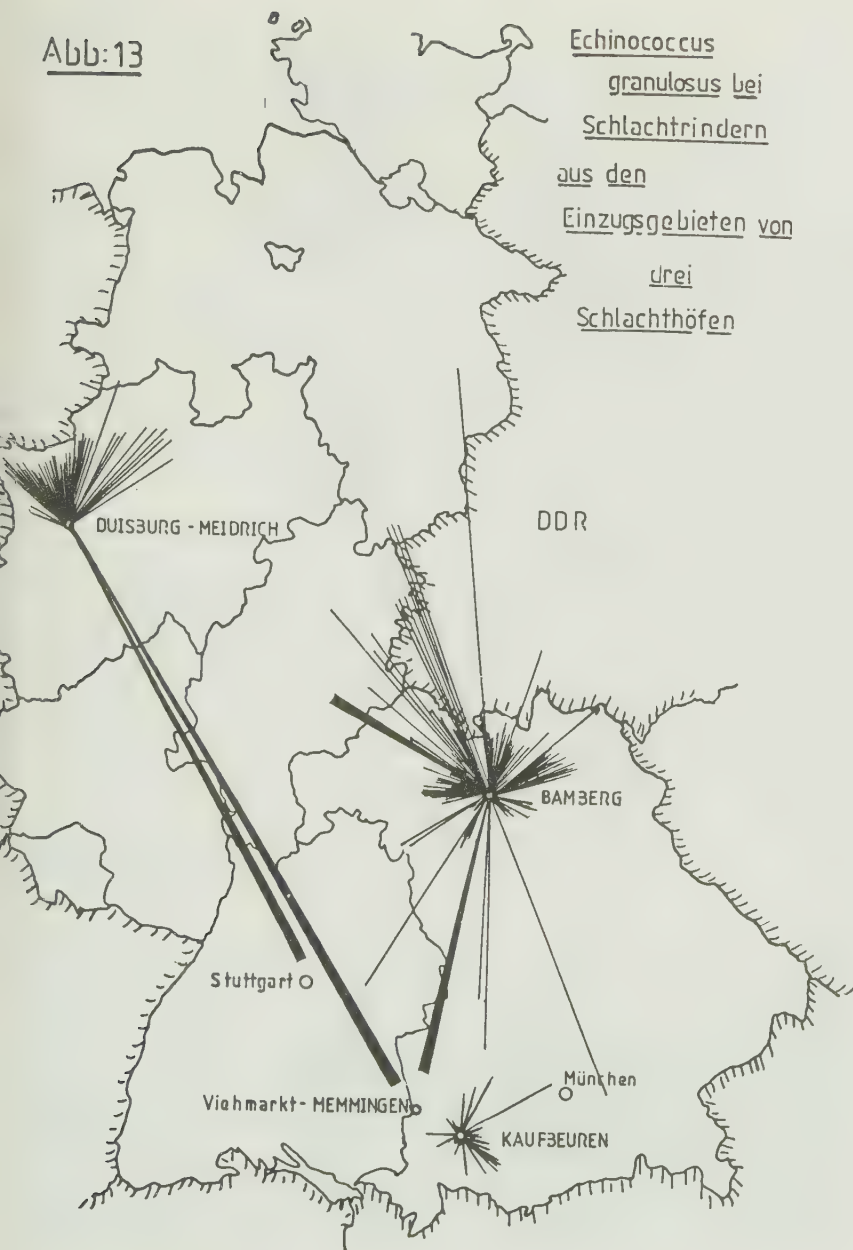
Schlachtrindern

aus den

Einzugsgebieten von

drei

Schlachthöfen



Tab. 3 Anzahl und Herkunft der mit Echinococcus granulosus befallenen Tiere an den 3 Schlachthöfen

DULSBURG-MEIDLICH

KAUFBEUREN

BAMBERG

- aus dem nahen Einzugsgebiet -

| Landkreise |             | Landkreise |                | Landkreise |             |   |                     |
|------------|-------------|------------|----------------|------------|-------------|---|---------------------|
| 19         | Dinslaken   | 3          | Kaufbeuren     | 19         | Bamberg     | 1 | Hof                 |
| 36         | Wesel       | 8          | Ostallgäu      | 19         | Lichtenfeld | 1 | Bayreuth            |
| 9          | Borken      | 3          | Unterallgäu    | 10         | Hassberge   | 1 | Forchheim           |
| 6          | Kleve       | 8          | Weilheim       | 9          | Kulmbach    | 1 | Bad Kissingen       |
| 2          | Geldern     | 1          | Landsberg/Lech | 9          | Schweinfurt | 1 | Bad Königshofen     |
| 3          | Coesfeld    |            |                | 5          | Coburg      | 3 | Neustadt a.d. Aisch |
| 6          | Münsterland |            |                | 3          | Würzburg    | 3 | Neustadt a.d. Saale |

- aus dem weiteren Einzugsgebiet -

Landkreis

|   |                        |    |          |   |                        |    |                                                                    |
|---|------------------------|----|----------|---|------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|
| 3 | Stuttgart              | 11 | Augsburg | 1 | Lkrs. Augsburg         | 4  | Niedersachsen                                                      |
| 1 | Niedersachsen          | 1  | Dachau   | 1 | " Donauwörth           |    | (Gifhorn, Göttingen)                                               |
| 5 | Viehmarkt in Memmingen |    |          | 1 | " Ebersberg            | 1  | Baden-Württemberg                                                  |
|   |                        |    |          | 7 | Viehmarkt in Memmingen | 11 | Hessen (Fulda, Bad Hersfeld, Ringgau-Datterode, Schwalm-Eder-Kreis |
|   |                        |    |          | 1 | DDR                    |    |                                                                    |

#### 4.6. Epidemiologische Untersuchungen im näheren Einzugsgebiet des Städtischen Schlacht- und Viehhofes Bamberg

In drei Fällen wurden im selben Ort zwei Schlachtrinder ermittelt, die mit Echinokokkenzysten befallen waren. In einem dieser Fälle stammten beide Rinder aus demselben landwirtschaftlichen Betrieb. Betrachtet man die Echinokokkenfundorte im näheren Einzugsgebiet des Schlachthofes BAMBERG, traten Häufungen von Echinokokkenfunden im Raum Lichtenfels und Kulmbach, entlang der Bundesstraße 505, südlich von Hassfurt und um Volkach auf. Bemerkenswert war, daß die Funde entlang größerer Verkehrswege, an Verkehrsknotenpunkten oder um Fremdenverkehrsorte gemacht wurden. (Abb. 14).

Im allgemeinen stammten die befallenen Rinder aus Betrieben aller Größenordnungen, d.h., aus kleinen Nebenerwerbsbetrieben ebenso wie aus Vollerwerbsbetrieben, meist Milchbetrieben mit eigener Nachzucht. In zwei Betrieben wurden die Tiere auf der Weide gehalten, wobei ein Betrieb Tiere aus Hessen zugekauft hatte. Zwei in einer Bullenmästerei gefundene positive Tiere stammten aus einem Betrieb mit Weidehaltung.

#### Schlachtungen in kleinen, gewerblichen Betrieben im Vergleich zu den Echinokokkenfundorten

Da die unschädliche Beseitigung von untauglichen Organen bei Hausschlachtungen und in kleinen, gewerblichen Betrieben oft nicht konsequent durchgeführt wird und auch nicht so streng überwacht werden kann, wie es in öffentlichen Schlachthöfen der Fall ist, wurde versucht herauszufinden, ob möglicherweise von Metzgereien eine Verbreitung von Echinococcus granulosus ausgehen könnte.

Zu diesem Zweck wurden im Landkreis Coburg, Bamberg, Hassberge und Lichtenfels alle Standorte von Metzgereien mit eigener Rinderschlachtung ermittelt und mit den Herkunftsorten der mit

Echinokokkenzysten befallenen Schlachtrinder verglichen. (Abb. 15). In diesen vier Landkreisen wurden 1984 in über 100 Metzgereien rund 4 500 Rinder geschlachtet. Bei den Untersuchungen 1984/85 waren 47 Schlachtrinder aus dieser Region mit Echinokokkenzysten behaftet. Bei 14 dieser Fälle waren im selben Ort, bei 35 der Fälle im selben oder im Nachbarort eine oder mehrere Metzgereien mit eigener Hinterschlachtung (Abb. 15). Südlich von Lichtenfels wurden z.B. sieben Echinokokkenfunde auf sehr engem Raum gemacht (Abb. 14). In diesem Gebiet wurden 1984 in 9 Metzgereien noch über 800 Rinder und über 200 Kälber geschlachtet.

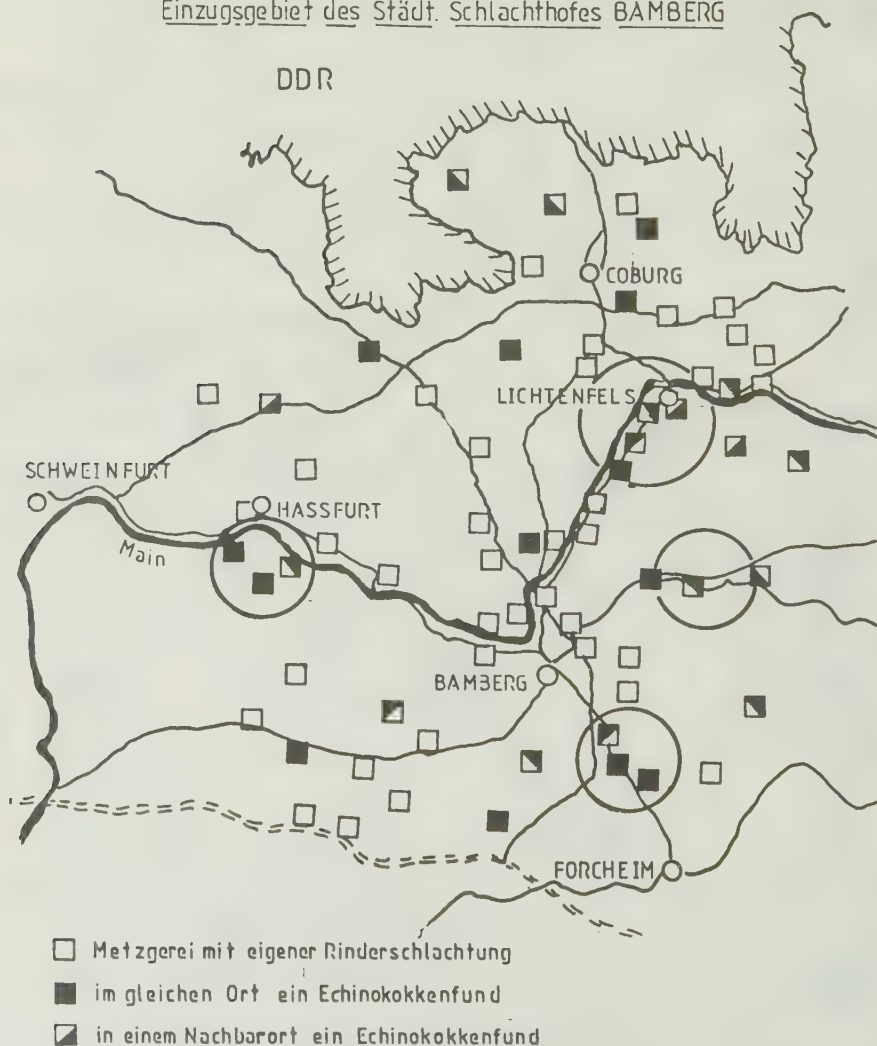
**Hydatidosepatienten** in einem Krankenhaus des zuvor erwähnten Einzugsgebiets

Das Krankenhaus ist seit Jahrzehnten eine Klinik, die auf Lungenerkrankungen spezialisiert ist und deren Einzugsbereich in etwa mit dem oben beschriebenen Gebiet identisch ist. Hier konnte über die Fälle von "larvaler Echinococcus granulosis-Infektion" in den letzten 20 Jahren recherchiert werden. Die erste Echinokokkenzyste wurde 1970 bei einer 28-jährigen Italienerin in der Lunge diagnostiziert. Im Jahre 1973 wurde bei einem 23 Jahre alten Gastarbeiter aus Jugoslawien eine Zyste mit 3 Litern Inhalt aus der Leber reseziert. Im gleichen Jahr wurde bei einem 10-jährigen Italiener eine hühnereigroße Zyste in der Lunge gefunden. Die weiteren Fälle von zystischer Echinokokkose stellten sich wie folgt dar: 1977 eine 35 Jahre alte Türkin, 1980 ein 24 Jahre alter Italiener, 1982 eine 16-jährige Türkin, 1984 eine Echinokokkenzyste in der Lunge eines Jugoslawen. Alle aufgeführten Fälle von zystischer Echinokokkose wurden also bei aus Mittelmeerländern stammenden Personen ermittelt. Bei keinem aus der Umgebung des Krankenhauses stammenden Patienten konnte in den letzten 20 Jahren ein positiver Fall von zystischer Echinokokkose diagnostiziert werden.



Abb: 15

Schlachtungen in kleinen gewerblichen Betrieben im Vergleich zu den Echinokokkenfundorten im näheren Einzugsgebiet des Städt. Schlachthofes BAMBERG



#### 4.7 Verlauf der Infektion mit *Echinococcus granulosus* bei zwei Versuchshunden nach Verfütterung von Zysten aus Schlachtrindern

Zwei Beaglehunde erhielten Zystenmaterial von Schlachtrindern, das zwischen einem Tag und 20 Tagen alt war. Es war bei Kühlschranktemperatur gelagert worden. Ca. 60 % bis 80 % der *Protoscolices* zeigten im "in vitro-Test" mit Eosin noch volle Lebensfähigkeit. Das Material wurde von den Hunden spontan aufgenommen. Bei den täglichen koproskopischen Kontrollen konnte die erste Ausscheidung embryonierter, dickschaliger Eier bei der Hündin am 33. Tag p.i. nachgewiesen werden. Bei dem Rüden war der Einachweis erst am 44. Tag p.i. positiv.

Die Ausscheidung von Eiern bzw. Proglottiden erfolgte nicht kontinuierlich, auch schwankte die Zahl der ausgeschiedenen Proglottiden erheblich (Tab. 4).

Bei der Hündin kam es am 39. Tag nach einer vorherigen Neostigmingabe zu einer massenhaften Ausscheidung von Proglottiden, wobei auch vermehrt unreife Bandwürmer abgingen. Der Rüde schied spontan am 45. Tag p.i. einzelne, am 50. Tag p.i. massenhaft Proglottiden aus, auf steigende Neostigmingaben reagierte er nicht. (Tab. 4). Wurden zahlreiche Proglottiden abgesetzt, so konnte beobachtet werden, daß zuerst geformter Kot, dann eine muköse, gelbe, ungeformte Masse abgesetzt wurde. Die Proglottiden fanden sich als gut sichtbare, sich heftig bewegende, fadenartige, elfenbeinfarbene Gebilde, stets in der mukösen Phase. An den betreffenden Tagen litten die Hunde an mäßigem bis starkem Juckreiz, der sich durch "Schlittensfahren" und Belecken der Analgegend äußerte. Wurden nur einzelne Proglottiden ausgeschieden, war kein abnormer Kotabsatz zu beobachten. Auffällig war die starke Beweglichkeit der Proglottiden, die unmittelbar nach dem Absetzen so weit auswanderten, bis sie ihre Beweglichkeit durch Austrocknung verloren. Im Dünndarm der am 53. Tag und 54. Tag p.i. getöteten Hunde fanden

Tab. 4 Ausscheidung von Eiern und Proglottiden bei zwei experimentell mit *E. granulosus* infizierten Hunden

| Tage p.i. | A u s s c h e i d u n g v o n |                                   |            |               |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|---------------|
|           | Eiern                         | Proglottiden                      | Eiern      | Proglottiden  |
|           | bei der Hündin                |                                   | beim Rüden |               |
| 33        | +                             | -                                 | -          | -             |
| 34        | ++                            | -                                 | -          | -             |
| 35        | +++                           | -                                 | -          | -             |
| 36        | +                             | -                                 | -          | -             |
| 37        | +                             | -                                 | -          | -             |
| 38        | -                             | -                                 | -          | -             |
| 39        | +++                           | * ca. 150 reife<br>u. 500 unreife | -          | -             |
| 40        | ++                            | 4 reife                           | -          | -             |
| 41        | +                             | 4 reife                           | -          | -             |
| 42        | ++                            | 30 reife                          | -          | -             |
| 43        | ++                            | 3 reife                           | -          | -             |
| 44        | -                             | -                                 | +          | -             |
| 45        | -                             | -                                 | +          | 6 reife       |
| 46        | -                             | -                                 | +          | * 3 reife     |
| 47        | -                             | -                                 | +          | * 5 reife     |
| 48        | ++                            | 70 reife                          | +          | * 5 reife     |
| 49        | +                             | 5 reife                           | +          | 4 reife       |
| 50        | +                             | -                                 | +++        | ca. 250 reife |
| 51        | +                             | -                                 | +          | -             |

\* Behandlung mit Neostigmin

+ vereinzelt, ++ mehrere Eier im Blickfeld 8 x 10,

+++ Blickfeld ist mit Eiern übersät.

Tab. 5      Morphologie des 53 Tage alten adulten *E. granulosus*  
aus dem Rind/Hundzyklus in Deutschland

|                                                               |                             |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                               | n = 50                      |
| Gesamtlänge des<br>adulten Bandwurms (mm)                     | 4,0 ± 0,9<br>(2,5 - 6,2)    |
| Länge des letzten<br>Segments (mm)                            | 2,4 ± 0,6<br>(1,5 - 3,7)    |
| Max. Anzahl der<br>Segmente: n = 100                          | 3    (30 %)                 |
| Länge der großen<br>Rostellarhäkchen (µm)                     | 38,3 ± 1,5<br>(36,4 - 41,9) |
| Flügel­länge der großen<br>Rostellarhäkchen (µm)              | 13,6 ± 0,9<br>(11,9 - 15,8) |
| Flügel­länge: Gesamtlänge (%)<br>der großen Rostellarhäkchen  | 36,6 ± 3,2<br>(32,0 - 40,0) |
| Länge der kleinen<br>Rostellarhäkchen (µm)                    | 30,3 ± 1,8<br>(25,3 - 32,4) |
| Flügel­länge der kleinen<br>Rostellarhäkchen (µm)             | 9,9 ± 1,2<br>(7,9 - 11,9)   |
| Flügel­länge: Gesamtlänge (%)<br>der kleinen Rostellarhäkchen | 32,6 ± 5,8<br>(25,0 - 41,2) |
| Form der Rostellarhäkchen:                                    | glatte Außenseite           |

sich massenhaft adulte Bandwürmer. Die Ergebnisse der morphologischen Untersuchungen gibt die nachfolgende Tabelle wieder. Der Vergleich der morphologischen Merkmale des adulten Bandwurms von *Echinococcus granulosus* mit Exemplaren, die von Infektionsmaterial aus australischen und Schweizer Rindern stammten, zeigt eine verblüffende Ähnlichkeit mit dem Schweizer Stamm. Die Länge und Flügellänge der kleinen und großen Rostellarhäkchen des adulten Bandwurms sind nur wenig kleiner als die des Schweizer Bandwurms, aber wesentlich größer als die des australischen. Ebenso wie die Schweizer Häkchen weisen sie eine glatte Oberfläche auf. Unser Bandwurm ist wesentlich länger als der australische, aber fast so groß wie der Schweizer. Das letzte Segment ist bei den Berliner Bandwürmern und beim Schweizer länger, beim australischen kürzer als der gesamte restliche Bandwurm. Die maximale Anzahl der Segmente, die gezählt werden konnte, beträgt bei *Echinococcus granulosus* in Berlin und in der Schweiz drei, in Australien vier.

#### 4.8. Experimentelle Rückübertragung von *Echinococcus granulosus* vom Hund auf verschiedene Zwischenwirte

Von den insgesamt sechzehn infizierten Zwischenwirten verendeten zwei Ziegen bereits kurz nach der Infektion an Urolithiasis bzw. Septikämie. Ein Rind wurde am 140. Tag p.i., alle anderen Tiere zwischen dem 211. und 225. Tag p.i. geschlachtet. Bei einem Rind, das am 225. Tag p.i. geschlachtet worden war, waren in der Lunge sechs Zysten, die ein Volumen von 4 ml bzw. 3 ml, 1,5 ml und 1 ml hatten. Die Zysten waren prall mit klarer Flüssigkeit gefüllt. Hydatidengrieß konnte nicht beobachtet werden.

Bei den zwei frühzeitig verendeten Ziegen und zwei Rindern bestanden keinerlei Veränderungen in der Leber und der Lunge. Bei allen übrigen Tieren (2 Ziegen, 4 Schafe, 4 Schweine und 1 Rind) konnten stechnadelkopf- bis pfeifferkorngroße zystoide Veränderungen in Lunge und Leber ermittelt werden.

Das am 140. Tag p.i. geschlachtete Rind hatte zwei Zysten mit folgendem mikroskopischen Aussehen: Auf der Germinativmembran der Finnenblase finden sich einzelne, undifferenzierte Zellen mit einem großen, stark basophilen Kern. An die Germinativmembran grenzt eine laminäre Schicht, die von einer Lage länglicher epitheloider Zellen umgeben wird. Zwischen dieser Schicht und einer Zone dichteren Gewebes, das stark mit Lymphozyten, eosinophilen Granulozyten, Makrophagen und Plasmazellen infiltriert ist, befindet sich eine aufgelockerte, spongiöse Schicht mit fibroblastischen Zellen, Makrophagen, einzelnen eosinophilen Granulozyten und Lymphozyten. Das Lungengewebe in der unmittelbaren Umgebung der Zyste ist atelektatisch. Eine dritte Zyste zeigt den gleichen Aufbau, allerdings ist die laminäre, eosinophile Schicht an einer Stelle stark verbreitert und die darunterliegende, epitheloide Zellschicht teilweise zerstört. In die stark infiltrierte Zone sind an dieser Stelle massenhaft eosinophile Granulozyten eingewandert, die bis in die epitheloide Zellschicht vordringen. Neben den eosinophilen Granulozyten sind fast ausschließlich Makrophagen und einzelne Plasmazellen zu finden. Nur an der dem atelektatischen Lungengewebe zugewandten Seite treten auch Lymphozyten hinzu.

Bei einer weiteren sehr kleinen Zyste sind die Germinativmembran und die laminäre Schicht bereits stellenweise zerstört. An diesen Stellen dringen eosinophile Granulozyten bis in das Lumen vor. Die mittlere und äußere Schicht der bindegewebigen Hülle sind stark infiltriert, es treten Makrophagen auf, die Riesenzellen ähnlich sind.

Ein noch höherer Grad der Degeneration konnte bei drei weiteren Zysten beobachtet werden: Die parasitäre Kapsel ist völlig verschwunden, in das Lumen ragt haufenförmig nekrotisches, verkalktes Material. Die epitheloide Zellschicht ist nur noch stellenweise vorhanden, die epitheloiden Zellen zeigen deutliche Anzeichen von Degeneration (Zell- und Kernschwellung). Eosinophile Granulozyten dringen von außen über die stark in-

filtrierte Wirtskapsel zum nekrotischen Material vor. Weitere Zysten lassen überhaupt keinen differenzierten Aufbau mehr erkennen. Homogenes, nekrotisches Material wird von einer breiten, stark mit den genannten Zellen (eosinophilen Granulozyten, Makrophagen etc.) infiltrierten Bindegewebsschicht umgeben. Bei weiteren Veränderungen konnten keine Anhaltspunkte für einen parasitären Ursprung gefunden werden.

Bei den beiden am 214. Tag p.i. geschlachteten Ziegen sind die Zysten mit einem homogenen, nekrotischen, eosinophilen Inhalt gefüllt. Daran schließt sich eine Schicht mit Riesenzellen ähnelnden Epitheloidzellen an. Sie ist schwach durchsetzt mit Lymphozyten und Plasmazellen. Die äußere fibröse Hülle ist bei einer Zyste stark mit den o.g. Zellen infiltriert, bei den zwei anderen besteht die äußere Hülle aus Fibrozyten und kollagenem Fasergewebe, das nur an der dem Lungengewebe zugewandten Seite stark mit Makrophagen, Lymphozyten und einzelnen eosinophilen Granulozyten infiltriert ist.

Bei den am 224. Tag p.i. geschlachteten Schweinen wurden Zysten mit folgendem Aussehen gefunden: Bei einer Zyste besteht die Blasenwand aus einer dünnen Keimschicht, auf der vereinzelt Keimzellen zu finden sind. Die darunterliegende, laminäre Schicht ist an manchen Stellen stark aufgequollen, die sich hier anschließende, epitheloide Zellschicht ist nekrotisch. Die mittlere Schicht von Fibroblasten ist zum Teil massiv mit Rundzellen infiltriert. Die äußerste Umhüllung bildet konzentrisch angeordnetes Bindegewebe mit kollagenen Fasern. Bei weiteren Zysten ist z.T. die Germinativmembran nicht mehr vorhanden, die laminäre Schicht meist stark aufgequollen und in Falten gelegt, teilweise bereits nekrotisch. Die epitheloide Zellschicht zeigt mehr oder weniger starke Anzeichen von Degeneration. Regelmäßig ist dabei eine massive Einwanderung von eosinophilen Granulozyten in diesem Bereich zu beobachten. Die mittlere Schicht ist stark mit Lymphozyten, Plasmazellen, Histiozyten und eosinophilen Granulozyten infiltriert, die sich teilweise zu fol-

likelähnlichen Zellanhäufungen zusammenfinden. Die äußere Schicht besteht bei einigen Zysten aus einer schmalen, ausgereiften, bindegewebigen Kapsel, bei anderen fehlt sie völlig, so daß die mittlere Schicht direkt in das atelektatische Organ- gewebe übergeht.

Andere Veränderungen in den Lungen oder Lebern konnten nicht eindeutig auf *Echinococcus granulosus* zurückgeführt werden: Es ist keine Parasitenblase vorhanden und es fehlt der Ring von palisadenförmig aufgereihten epitheloiden Zellen. Sie zeigen ein histologisches Bild, das auch andere abgestorbene Parasiten hervorrufen können: Der Zelldetritus bzw. das nekrotische Material ist umgeben von einer Bindegewebshülle, die innen mit den o.g. Zellen infiltriert ist und außen einen ausgereiften Charakter aufweist.

Die meisten anderen Veränderungen bei den Schweinen waren nicht parasitären Ursprungs. Alle bei den Schafen gefundenen zystoiden Veränderungen konnten nicht eindeutig auf *Echinococcus granulosus* zurückgeführt werden. Einige zystoide Gebilde zeigten Degenerationerscheinungen und glichen in ihrem Aufbau und dem Aussehen den degenerierten Zysten, die bei den Schweinen gefunden wurden.

Nur bei einem Rind, das am 225. Tag p.i. geschlachtet worden war, waren größere Zysten mit bis zu 4 ml Inhalt zu finden. Makroskopisch waren bei keiner der insgesamt sechs Zysten *Protoscolices* sichtbar, auch bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich keine Anzeichen, die auf die Bildung von *Protoscolices* hinwiesen. Auf der Germinativmembran sind nur wenige, undifferenzierte Zellen mit großem, basophilem Kern zu sehen, es schließt sich eine breite, laminäre Schicht an. Die Wirtskapsel besteht aus einer sehr breiten Schicht von ausgereiftem, kollagenem Fasergewebe, das kaum infiltriert ist.

## 5. Besprechung der Ergebnisse

### 5.1. Vergleich der nach amtlicher Statistik erfaßten und der durch eigene Untersuchungen ermittelten Echinokokkenfälle bei Schlachtrindern

Nach der amtlichen Statistik wurden 1984 nur 0,1 % aller in der Bundesrepublik Deutschland geschlachteten Rinder wegen Hydatidose beanstandet. Bei meinen eigenen Untersuchungen an drei Schlachthöfen lag der Befall mit *Echinococcus granulosus* bei 107 234 Rindern und Kälbern bei 0,26 % und damit fast dreimal so hoch wie nach amtlicher Statistik. Das ausschließliche Befallsorgan war die Lunge. In der Fleischbeschaustatistik treten allerdings nur die Fälle auf, in denen das Organ unschädlich beseitigt wurde. Die 1984 noch geltenden Ausführungsbestimmungen A (§34 Abs. 1, Satz 3) sahen eine unschädliche Beseitigung nur dann vor, wenn die Zahl und die Verteilung des Parasiten seine gründliche Entfernung nicht erlaubte.

*Echinococcus granulosus* weist, wie die Untersuchungen gezeigt haben, bei uns nur eine geringe Befallsintensität auf. Es ist anzunehmen, daß diese Zysten, falls überhaupt erkannt, ausgeschnitten werden. Das Organ wird somit tauglich und taucht deshalb in der Statistik nicht auf. Die Untersuchungen zeigten aber auch, daß bei vielen Fällen mit nur einer sichtbaren Zyste an der Oberfläche weitere in der Tiefe des Organs verborgen waren. Werden nur die sichtbaren Zysten ausgeschnitten, besteht die Gefahr, daß fertile Blasen unerkannt bleiben und so z.B. mit der Lunge als Hundefutter in den Handel kommen. Mehr als die Hälfte der von mir untersuchten Echinokokkenzysten konnte erst durch Palpation oder Anschneiden im Verdachtsfalle diagnostiziert werden. Die Gewähr für eine hohe Nachweissicherheit von *Echinococcus granulosus* gibt deshalb nur eine sorgfältig und vorschriftsmäßig durchgeführte Fleischuntersuchung.

Beim Vergleich der Echinokokkenfunde an den drei Schlachthöfen

liegt BAMBERG mit nur 0,2 % Hydatidosefällen weit unter den Be-  
 anstandungsfällen von DUISBURG (0,41 %) und KAUFBEUREN  
 (0,61 %). Diese Unterschiede sind zu einem Teil mit der  
 unterschiedlichen Zusammensetzung des Schlachtmaterials zu  
 erklären. Während in BAMBERG nur 35 % der untersuchten Tiere  
 Kühe waren, lag der Anteil in DUISBURG bei 54 %, in KAUFBEUREN  
 sogar bei 75 %. Wie meine Untersuchungen verdeutlichen konnten,  
 wurden Hydatidenblasen von *Echinococcus granulosus* hauptsäch-  
 lich nur bei älteren Tieren, also in der Regel Kühen, gefunden.  
 Trotzdem war aber auch der durchschnittliche Befall bei Kühen  
 in BAMBERG mit 0,41 % deutlich niedriger als in den beiden  
 anderen Schlachthöfen mit 0,75 % bzw. 0,69 %. Eine nicht uner-  
 hebliche Rolle wird dabei die Struktur der einzelnen Einzugsge-  
 biete spielen. In den Einzugsgebieten der Schlachthöfe DUISBURG  
 und KAUFBEUREN ist Weidehaltung üblich. In dem von BAMBERG da-  
 gegen herrscht eine ausgesprochene Stallhaltung vor. Der  
 Infektionsdruck ist bei Tieren mit Weidehaltung wesentlich hö-  
 her, da über freilaufende Hunde mehr Möglichkeiten zum direkten  
 Kontakt mit infektionstüchtigen Eiern bestehen, als bei reiner  
 Stallhaltung. Zudem liegt KAUFBEUREN inmitten eines Gebiets mit  
 hohem Fremdenverkehrsaufkommen, das Einzugsgebiet in DUISBURG  
 stellt ebenfalls einen wichtigen Naherholungsbereich des Ruhr-  
 gebiets dar.

Die monatlichen Schwankungen bei den einzelnen Schlachtkatego-  
 rien insgesamt lassen keine Deutung hinsichtlich einer jahres-  
 zeitlichen Dynamik zu. Dies ist, auch wegen der langen Wachs-  
 tumszeit der Hydatiden, nicht zu erwarten. Monatliche Schwan-  
 kungen lassen sich deshalb eher mit der unterschiedlichen Zu-  
 sammensetzung des Schlachtmaterials erklären.

## 5.2. Die Abhängigkeit des Befalls mit *Echinococcus granulosus* vom Alter der Tiere , Größe und Fertilität der Zysten

Wie bereits angedeutet, zeigten ältere Tiere einen deutlich hö-  
 heren Befall mit *Echinococcus granulosus* als jüngere Tiere. Von

insgesamt 277 erfassten Fällen von Hydatidose wurden 235 bei Kühen gefunden. Das waren 0,55 % aller Kühe. Der Befall der Schlachtbullen, Färsen und Kälber war deutlich niedriger. Bei mehr als 5 800 Kälbern wurde überhaupt nur einmal *Echinococcus granulosus* festgestellt. Je älter die Tiere waren, um so größer waren auch die Echinokokkenzysten. Sie sind deshalb bei älteren Tieren leichter zu diagnostizieren als bei jüngeren. Bei jungen Tieren unter zwei Jahren können bereits sehr kleine Zysten existieren, die selbst bei sorgfältiger Palpation der Organe übersehen werden können. Durch die längere Lebensspanne besteht bei Kühen darüber hinaus eine größere Wahrscheinlichkeit, sich mit Eiern von *Echinococcus granulosus* zu infizieren, als beispielsweise bei Mastbullen, die bereits mit 18 bis 24 Monaten geschlachtet werden. Fütterungs- und Haltungsbedingungen sollen bei der Möglichkeit der Infektion eine entscheidende Rolle spielen. LAWSON und GEMMEL (1983) zeigten, daß unter anderem Austrocknung und Alterung die Infektiosität der Taenieneier erheblich herabsetzen. Sie nehmen aber auch an, daß Vögel und Insekten eine Rolle in der Verbreitung von Taenieneiern spielen. Man kann deshalb davon ausgehen, daß z.B. Mastbullen, die hauptsächlich mit Kraftfutter, Silage usw. gefüttert werden, einem wesentlich geringeren Infektionsrisiko ausgesetzt sind als Kühe, die auf der Weide gehalten werden und deren Hauptfuttermittel frisches Rohfutter darstellt.

Eine ähnliche Altersabhängigkeit stellte EDWARDS (1982) bei Pferden in England fest. Während bei den bis zu zweijährigen Tieren noch keine Infektion festgestellt werden konnte, stieg sie von 7,8 % bei den 4 1/2- bis 6-jährigen, auf 21,8 % bei den über 8-jährigen an. Auch LERCH (1952) berichtete, daß er Echinokokkenzysten am Schlachthof in Stuttgart hauptsächlich nur bei den sechs- bis zwölfjährigen Kühen fand.

Die Anzahl der Echinokokkenzysten in den befallenen Organen war außerordentlich gering. In fast 99 % der Fälle konnten nur bis zu zehn Zysten gefunden werden. Nur in einem Fall war eine

Lunge mit 94 Zysten durchsetzt.

Eine ähnlich geringe Befallsintensität beschrieb EDWARDS (1982) bei Pferden in England. 71 % der von ihm untersuchten Pferde hatten nicht mehr als 10 Zysten, 10 % bis zu 20 Zysten. In anderen Ländern liegt die Befallsintensität wesentlich höher. Schafe in Bulgarien sind z.B. zu 18 % mit mehr als 10 Zysten befallen (VISNJAKOV und DIMITROV, 1970).

Bevorzugt befallenes Organ bei Schlachtrindern war die Lunge, nur zwei Zysten wurden in der Leber gefunden. Nach BÜHLER (1972) werden auch in der Schweiz die Zysten beim Rind zum größten Teil in der Lunge gefunden. Eine ähnliche Organspezifität ist beim Ren bekannt (SKJENNEBERG, 1959; POLJANSKAJA, 1966). Beim Pferd in England dagegen beschränkt sich die Infektion in 88 % der Fälle ausschließlich auf die Leber. Innerhalb der Lunge zeigten sich folgende Befallsschwerpunkte: im Lobus caudatus dexter und Lobus caudatus sinister, in den cranialen an der Margo obtusus gelegenen Feldern. Die Befallshäufigkeit der rechten Lungenhälfte (211 Zysten) war deutlich höher als die der linken (84 Zysten).

Bedeutsam sind die Ergebnisse über die Befallsintensität und die spezifische Verteilung in der Lunge für die praktische Fleischuntersuchung. Die geringe Befallsintensität und die Besiedelung der Echinokokkenhydatiden in den Lungenbereichen mit dem größten Durchmesser erschweren die Diagnose bei der Fleischuntersuchung.

Der Vergleich von Größe und Fertilität der Zysten und Alter der befallenen Tiere läßt bei der geringen Zahl der beanstandeten Tiere keine statistisch abgesicherten Ergebnisse zu, jedoch sind einige Tendenzen deutlich sichtbar geworden. Die Zysten in den Rinderlungen waren im allgemeinen sehr klein. 234 von 284 Zysten hatten einen Flüssigkeitsinhalt von nicht mehr als

20 ml, die größte Zyste war eine von 100 ml. Eine Abhängigkeit der Größe der Zysten vom Alter der Tiere konnte deutlich festgestellt werden. Bei Tieren unter 4 1/2 Jahren war keine Zyste größer als 20 ml. Zysten mit 75 ml und 100 ml konnten nur bei über 10-jährigen Kühen ermittelt werden. Dieser Befund spricht für ein sehr langsames Wachstum von *Echinococcus granulosus* in den Lungen von Rindern aus Deutschland. DE RYCKE und DE COOMAN (1968) berichten, daß die Zysten bei Schlachtrindern in Belgien gewöhnlich klein sind. EDWARDS (1982) fand beim Pferd bei 65 Leberzysten nur 13 mit mehr als 4 cm Durchmesser.

Die Fertilitätsrate nahm mit der Größe der Zysten zu. Zysten mit einem Volumen bis 5 ml waren größtenteils steril, während die über 10 ml großen hauptsächlich fertil waren. Auch VANEK (1980) kommt bei seinen Untersuchungen zu dem Schluß, daß die Hydatiden erst ab einem gewissen Alter und Größe *Protoscolices* produzieren. Er beobachtete, daß solitäre Zysten beim Schwein bis zu einem Durchmesser von 21 mm stets steril waren. Tiere mit mehr als 10 Zysten hatten, auch wenn sie älter waren, neben fertilen Zysten sehr viele kleine, sterile, zum Teil auch degenerierte. Möglicherweise kommt es bei einem massiven Befall zu einer stärkeren Sensibilisierung des Wirtsorganismus, die bei einem Teil der Zysten die Bildung von *Protoscolices* verhindert.

Bei der Auswertung der epidemiologischen Nachforschungen über die Herkunft der Schlachtrinder stellte sich heraus, daß *Echinokokken* bei Tieren aus allen Anlieferungsgebieten vorkamen. *Echinococcus granulosus* scheint also im gesamten Bundesgebiet verbreitet zu sein. Ein gewisser Schwerpunkt besteht möglicherweise im Allgäu, da in KAUFBEUREN die Befallsrate mit 0,6 % am höchsten war. Zwölf an den beiden anderen Schlachthöfen bekannt gewordene Fälle, die vom Viehmarkt in Memmingen stammten, unterstützen diese Vermutung. Hier scheint, wie oben bereits erwähnt, Weidehaltung in Wandergebieten begünstigend zu wirken. Die weitergehenden Nachforschungen im nahen Einzugsgebiet des

Schlachthofes BAMBERG zeigen auf den ersten Blick eine relativ homogene Verteilung. Es sind aber einzelne Anhäufungen von Echinokokkenfällen an Verkehrsknotenpunkten und entlang von Bundesstraßen zu erkennen. Es ist durchaus denkbar, daß Infektionen von Hausschlachtungen oder Schlachtungen in Metzgereien ausgehen, da die unschädliche Beseitigung von untauglichen Organen dort meist nicht so streng gehandhabt wird. Auch meine Nachforschungen deuten darauf hin. Wenn man bedenkt, daß ein einziger Hund eine Taenieninfektion über ein Gebiet von ca. 30 000 ha verbreiten kann (LAWSON und GEMMEL, 1983), gleichzeitig die Mobilität unserer Bevölkerung immer größer wird, lassen sich epidemiologische Aussagen bei den niedrigen Befallsraten äußerst schwer bestätigen. Die Tatsache, daß in einem Lungen-sanatorium im Einzugsgebiet des Schlachthofes BAMBERG in den letzten 20 Jahren keine Echinokokkenfälle bei der einheimischen Bevölkerung nachgewiesen werden konnten, läßt vermuten, daß die Verbreitungsrate unter den Hunden entweder gering ist, oder der bei uns vorkommende *Echinococcus granulosus*-Stamm für den Menschen nicht so infektiös ist.

### 5.3. Infektions- und Rückübertragungsversuche

Die Verfütterung von Hydatiden von natürlich infizierten Rindern aus Deutschland an Hunde führte zu einem Massenbefall mit *Echinococcus granulosus*. Die Präpatenz lag frühestens bei 33 Tagen. Untersuchungen beim Rinderechinokokkenstamm in der Schweiz zeigten, daß am 35. Tag p.i. die Mehrzahl der Bandwürmer ebenfalls dickschalige, embryonierte Eier aufwiesen. Dagegen war das Wachstum und das Erreichen der Geschlechtsreife bei *Echinococcus granulosus* aus dem Rindermaterial in Australien wesentlich verzögert. Voll entwickelte Eier konnten erst zwischen dem 44. und 48. Tag p.i. beobachtet werden (THOMPSON et al., 1984).

Beim Vergleich der morphologischen Merkmale der Berliner adulten Bandwürmer von *Echinococcus granulosus* mit den Exemplaren,

die von Infektionsmaterial aus australischen und Schweizer Rindern stammten, ergaben sich verblüffende Ähnlichkeiten nur mit dem Schweizer Stamm.

Obwohl der morphologische Vergleich mit Zurückhaltung ausgewertet werden muß, da die Versuchsbedingungen nicht identisch waren (Auswertung zu verschiedenen Zeiten p.i.; unfixiertes, bzw. fixiertes Wurmmaterial), sind die weitgehenden Übereinstimmungen zwischen unserem adulten *Echinococcus granulosus* und dem Schweizer Material nicht zu übersehen. Neben morphologischen Übereinstimmungen des adulten *Echinococcus granulosus* weisen aber auch die in den beiden Ländern beobachtete hohe Fertilitätsrate der Hydatiden, die Organspezifität und ähnliche Befallsraten bei den Schlachtrindern auf das Vorhandensein eines gemeinsamen Rinderstammes hin. Die experimentell infizierten Hunde schieden Eier bzw. Proglottiden nicht kontinuierlich aus. Deshalb kann eine einmalige Kotuntersuchung die Diagnose über einen Befall oder Nichtbefall mit *Echinococcus granulosus* nicht genügend sichern. Deutlicher fällt der Abgang stark beweglicher Proglottiden auf, was auch von LAWSON und GEMMEL (1983) beschrieben wurde. Die starke Beweglichkeit der Proglottiden führt unmittelbar nach der Defäkation zum Auswandern vom Kot (mehrere Zentimeter weit), aber auch zu starkem Juckreiz bei den befallenen Tieren.

Nach der Rückübertragung von Eimaterial der mit *Echinococcus granulosus* infizierten Hunde auf Schafe, Ziegen und Schweine konnten bei allen Tieren nach der Schlachtung bis zum 225. Tag p.i. zystenähnliche Gebilde gefunden werden, die alle mehr oder weniger starke Anzeichen von Degeneration zeigten. Die Degenerationerscheinungen glichen jenen, die SLAIS (1981) bei kleinen Hydatiden von spontan infizierten Schweinen beschrieb. Nach Eindringen der Onkosphären in das Gewebe verschiedener Organe kommt es zu einer verstärkten Infiltration mit eosinophilen Granulozyten. Sie sammeln sich an der Oberfläche des Parasiten an und unterliegen zusammen mit der epitheloiden Zellschicht einer Nekrose, wobei die nekrotischen Herde öfter kalzifizieren. Der Parasit reagiert mit Aufquellung seiner laminären

Schicht. Bei weiterer Steigerung der Abwehrreaktion des Wirts kollabiert das parasitäre Bläschen unter dem Druck des eosinophilen Exsudats und unterliegt schließlich auch der Nekrose. Gleichzeitig kommt es zu einer vermehrten Infiltration mit Lymphozyten, Plasmazellen und phagozytierenden reticulären Zellen.

Bei einem Rind, das bereits 4 1/2 p.i. Monaten geschlachtet worden war, fanden sich neben regressiv veränderten Zysten zwei, die das typische Aussehen einer jungen, wachsenden Hydatide von *Echinococcus granulosus* hatten, wie es von SLAIS (1981) beschrieben wird. Auf der Germinativmembran fanden sich jedoch nur einzelne, undifferenzierte Keimzellen. Die für die Brutkapselbildung typische Anhäufung von runden, undifferenzierten Zellen (BORTOLETTI und FERRETTI, 1973) konnte ich nicht beobachten. Dies läßt jedoch nicht den Schluß zu, daß die Zysten steril sind, da nach SLAIS (1981) die Bildung von Protoscolices frühestens bei einer Zystengröße von 10 mm bis 20 mm beginnt. Bei einem anderen 7 1/2 p.i. Monaten geschlachteten Rind konnten sechs Zysten bis zu einem Volumen von 4 ml gefunden werden. Bei diesen Zysten waren jedoch keine Anzeichen von Protoscolicesbildung zu entdecken. Die Zysten waren steril. Immerhin hatten sich bei diesem Rind Zysten bis zu 4 ml entwickelt, während solche Zysten bei den anderen Zwischenwirtsarten bei gleich langer Infektionszeit nur Pfefferkorngröße erreichten und darüber hinaus alle Anzeichen von Degeneration aufwiesen.

*Echinococcus granulosus* scheint, trotz sehr langsamen Wachstums, bei uns das Rind als Zwischenwirt zu benutzen. Bei den anderen Zwischenwirtsarten ging die Infektion wohl zunächst an, die Überlebensrate der Hydatiden scheint hier aber äußerst gering und die Wachstumsrate noch langsamer zu sein. Ähnliches konnte in Bulgarien bei Schweinen beobachtet werden, die mit Eiern aus dem Schafzyklus infiziert worden waren (KUMARATILAKE und THOMPSON, 1982).

## 6. Schlußfolgerungen

Aus einem durchschnittlichen Echinokokkenbefall von 0,26 % bei Schlachtrindern in drei weit auseinanderliegenden Schlachthöfen der Bundesrepublik Deutschland kann gefolgert werden, daß Hunde als Echinokokkenträger im Einzugsgebiet vorhanden sein müssen. Die Infektion kann nur über nicht beschlagnahmte Organteile, die fertile Hydatiden enthielten, erfolgt sein. Die Fleischuntersuchung gewährleistet in der jetzigen Durchführung also keine Unterbindung des Kreislaufs.

Der gefundene Echinokokkenbefall ist fast dreimal so hoch, wie er 1984 vom statistischen Bundesamt in Wiesbaden errechnet wurde. Es erscheinen entweder viele Echinokokkenfälle nicht in der Statistik, weil einzelne Zysten ausgeschnitten werden, das Organ aber tauglich erklärt wird, oder die Hydatiden werden bei der Fleischuntersuchung nicht erkannt.

Die Erkennung der Hydatiden ist infolge ihrer geringen Größe, ihrer kleinen Anzahl und der oft verborgenen Lokalisation allerdings schwierig. Bei oberflächlicher Fleischuntersuchung werden sie daher leicht übersehen. Da sie fast ausschließlich in der Lunge gefunden werden, gelangen sie auch als Hundefutter in den Handel. Bei Auftreten auch nur einzelner Herde sollte dies daher nach Anlage 1, Ziffer 2 der Fleischhygieneverordnung als nicht gründlich entfernbare Veränderung aufgefaßt und die Lunge im ganzen untauglich beurteilt werden.

Die epidemiologischen Nachforschungen zeigen, daß neben der Weidehaltung überall dort mit vermehrtem Auftreten von Hydatidose bei Schlachtrindern zu rechnen ist, wo besonders viele Hunde anzutreffen sind, z.B. in Fremdenverkehrsgebieten, in Naherholungsbereichen von Großstädten, entlang stark befahrener Verkehrswege. Zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs von *Echinococcus granulosus* trägt möglicherweise auch die oft nicht konsequent durchgeführte unschädliche Beseitigung von Organen bei Hausschlachtungen und in Metzgereien bei.

Die Tatsache, daß in einer großen Klinik für Lungenkrankheiten in einem der Untersuchungsgebiete in den letzten 20 Jahren keine autochthonen Echinokokkenfälle beim Menschen diagnostiziert wurden, läßt annehmen, daß der bei uns vorherrschende Echinokokkenstamm weniger infektiös für den Menschen ist.

Die experimentelle Infektion von Hunden mit den gefundenen Rinderhydatiden ist möglich. Voll entwickelte Eier wurden bereits am 33. Tag p.i. ausgeschieden.

Die kurze Präpatenz sowie Ähnlichkeiten in der Morphologie des adulten Bandwurms lassen vermuten, daß in der Bundesrepublik Deutschland der gleiche Rinder/Hundstamm existiert, wie er für die Schweiz beschrieben ist. Für diese These spricht auch die in beiden Ländern zu beobachtende hohe Fertilitätsrate der Zysten und die beiden gemeinsame Organspezifität.

Der bei uns vorherrschende Stamm scheint eine hohe Spezifität nur für den Zwischenwirt Rind zu besitzen.

Der nach Angaben der Fleischbeschaustatistik relativ hohe Befall bei Schaf und Schwein ist vermutlich nicht auf *Echinococcus granulosus*, sondern auf *Cysticercus tenuicollis* zurückzuführen.

## 7. Zusammenfassung

An drei Schlachthöfen in der Bundesrepublik Deutschland (BAMBERG, DUISBURG-MEIDRICH und KAUFBEUREN) wurden 1984/85 insgesamt 107 235 Rinder und Kälber auf den Befall mit *Echinococcus granulosus* untersucht. Dabei wurde ein Befall von durchschnittlich 0,26 % festgestellt. Am höchsten war die Befallsrate bei Kühen mit 0,55 %. Es folgten Färsen (0,1 %), Bullen (0,06 %) und Kälber (0,017 %).

Bis auf zwei Zysten in der Leber wurden alle Hydatiden in der Lunge gefunden. Die Befallshäufigkeit der rechten Lungenhälfte war deutlich höher als die der linken. In 99 % der untersuchten Fälle konnten nur bis zu 10 Zysten gefunden werden. In einem Fall war die Lunge mit 94 Zysten durchsetzt. Die meisten der gefundenen Echinokokkenzysten waren nicht größer als 20 ml. Die Fertilität der Zysten nahm ab einer Größe von 5 ml deutlich zu. Auch bestand eine deutliche Abhängigkeit der Größe der Zysten vom Alter der Tiere. Fertile Zysten wurden deshalb vor allem bei über vierjährigen, sterile bei unter dreijährigen Rindern gefunden.

Die Diagnose von *Echinococcus granulosus* bei der Fleischuntersuchung ist nur bei sorgfältiger Adspektion, Palpation und mehrfachem Anschneiden im Verdachtsfalle möglich. Bei einer oberflächlichen Routineuntersuchung wird ein großer Teil nicht erkannt.

*Echinococcus granulosus* tritt vermehrt in Gebieten mit Weidewirtschaft auf. Häufungen konnten auch an Verkehrsknotenpunkten, entlang von stark befahrenen Straßen, in der Nähe von Fremdenverkehrsorten und von kleinen, privaten Schlachtstätten beobachtet werden.

Recherchen in einer größeren Lungenheilanstalt in einem der Untersuchungsgebiete ergaben keine Infektionen mit Hydatiden bei

der einheimischen Bevölkerung in den letzten 20 Jahren. Jedoch lag mehrerer Fallberichte von Ausländern vor.

Bei Infektionsversuchen mit Hydatiden, die aus der Fleischuntersuchung stammten, konnten zwei Hunde erfolgreich infiziert werden. Die Biologie und die morphologischen Merkmale zeigten einige Übereinstimmung mit dem beschriebenen Bandwurm des Rind/Hundzyklus in der Schweiz.

Bei der Rückübertragung auf je 4 Rinder, Schafe, Schweine und Ziegen wurden nach ca. 7 Monaten bei je 4 Schafen und Schweinen und zwei Ziegen sehr kleine, bis pfefferkorngroße, degenerierte Zysten in Lunge und Leber gefunden. Bei einem Rind wurden 4 1/2 Monate p.i. ebenfalls pfefferkorngroße, junge, unbeschädigte Echinokokkenzysten in der Lunge entdeckt, bei einem weiteren Rind wurden 7 Monate p.i. sechs sterile Zysten bis zu einem Volumen von 4 ml gefunden.

## 8. Summary

The Spreading Rate of *Echinococcus granulosus* (1984/85) of Slaughter Cattle at Three German Slaughter-Houses and Transmission Studies to Clarify the Intermediate Host Specificity

In 1984/85 a total number of 107 234 cattles and calves were examined for hydatid cysts at three slaughter-houses in the Federal Republic of Germany (BAMBERG, KAUFBEUREN, DUISBURG-MEIDRICH), with an average infection rate of 0.26 per cent. The highest rate discovered was in cows with 0.55 per cent. The next lower rates were as follows: heifers (0.1 per cent), bulls (0.06 per cent) and calves (0.017 per cent).

Except two cysts in the livers, all hydatid cysts were found in the lungs examined. The frequency of infection of the right lobes of the lungs was considerably higher than in the left ones. In 99 per cent of all infected cattles examined, only up to 10 cysts could be found. In one case, however, the lungs were permeated with 94 cysts. Most of the cysts of *Echinococcus granulosus* found were not larger than 20 ml. The fertility of the cysts increased considerably, as soon as their volume exceeded 5 ml. The size of the cysts was closely related to the animal's age. Therefore, fertile cysts were mainly found in animals older than four years, whereas sterile ones were found in cattle below the age of three years.

The diagnosis of *Echinococcus granulosus* is only possible when examining the meat very carefully by adsppection, palpation and frequent incision in case of doubt. In rough routine examinations a large number of infections is not realized.

*Echinococcus granulosus* is concentrated in areas where cattle are raised on pasture land. Concentrations could also be recognized near roadjunctions, near roads highly frequented, in

the vicinity of health resorts and near little private slaughter-houses.

Investigations made in a large special hospital for pulmonary diseases in one of the investigation areas resulted in no infections among the indigenous population during the past 20 years. There were, however, several cases of hydatid disease among foreigners.

Transmission studies of hydatids found in meat examinations were carried out successfully with two dogs. Biology and morphology were to some extent identical with the tape-worm already referred to in the cattle/dog cycle of Switzerland.

*Echinococcus granulosus* eggs, produced in dogs were fed to four cattle, sheep, pigs and goats each. After about 7 months there were very small, degenerated cysts, up to a size of a peppercorn found in the lungs and livers of four sheep and pigs each and two goats. In one cattle there were young intact cysts of *Echinococcus granulosus* discovered in the lungs, 4 1/2 months p.i. In another cattle there were found six sterile cysts with a maximum size of up to 4 ml, 7 months p.i.

## 9. Literaturverzeichnis

Ali-Khan, Z. (1978)

Pathological changes in the lymphoreticular tissues of Swiss mice infected with *Echinococcus granulosus* cysts.

Z. Parasitenkd. 58, 47 - 54

Ali-Khan, Z. and R. Siboo (1980)

Pathogenesis and host response in alveolar subcutaneous hydatidosis.

Z. Parasitenkd. 62, 241 - 265

Auer, H., O. Ficher und H. Aspöck (1986)

Erfahrungen bei der Serodiagnostik der Echinokokkosen mittels ELISA.

Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasit. 8, 17 - 22

Ayanwale, F. O., O. O. Dipeolu und G. O. Esuruoso (1982)

The incidence of *Echinococcus* infection in dogs, sheep and goats slaughtered in Ibadan, Nigeria.

Int. J. Zoonoses 9, 65 - 67

Bähr, R. (1981)

Die Echinokokkose des Menschen.

Verlag Enke, Stuttgart

Beard, T.C. (1973)

Elimination of *Echinococcus* from Iceland.

Bull. World Health Org. 48, 653 - 660

Berger, A. (1909)

Die Verbreitung der Echinokokkenkrankheit in Mecklenburg.

Berl. tierärztl. Wochenschr. 30, 189

Bertrams, J. (1968)

Ein Beitrag zu den in der Leber des Schafes vorkommenden parasitären Zysten und ihre fleischbeschauliche Bedeutung mit besonderer Berücksichtigung der Echinokokkose.

Vet. med. Diss., Freie Univ. Berlin

Boch, J. und Supperer, R. (1983)

Veterinärmedizinische Parasitologie.

3. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin,

Böhle, F. (1985)

Untersuchungen zur serologischen Diagnose der zystischen Echinokokkose des Menschen mittels Enzyme-Linked-Immunosorbent Assay (ELISA) unter dem Aspekt der Eignung von gelösten Echinokokkenlarven-Antigenen ausgewählter Zwischenwirt- Endwirt- Zyklen aus verschiedenen Teilen der Welt.

Vet. med. Diss., Freie Univ. Berlin

Bortoletti, G. und Ferretti, G. (1973)

Investigation on larval forms of Echinococcus granulosus with electron microscope.

Rev. Parasitol. 34, 89 - 110

Buchwalder, R. (1967)

Ein Beitrag zur Echinokokkose der Schlachttiere in der DDR.

Deutsches Gesundheitswesen 22, 368 - 371

Bühler, A. (1972)

Untersuchungen über den Echinokokkenbefall bei Schlachttieren in der Schweiz und die Übertragbarkeit larvaler Echinokokken auf Labortiere.

Vet. med. Diss., Universität Zürich

Chisholm, I. L., M. J. Mac Vicar und H. Williams (1983)

Hydatid disease in the Western Islands

J. Hyg. Camb. 90, 19 - 25

Clarkson, M. J. (1981)

Hydatidosis in Britain.

Vet. Annual 22, 251 - 254

Craig, P.S. und Rickard, M.D. (1981)

Studies on the specific immunodiagnosis of larval cestode infections of cattle and sheep using antigens purified by affinity chromatography in an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

Int. J. Parasitol. 11, 441 - 449

D'Alessandro, A., R.L. Rausch, C. Cuello und N. Aristizabal (1979)

Echinococcus vogeli in man, with a review of polycystic hydatid disease in Columbia and neighbouring countries.

Am. J. Trop. Med. Hyg. 28, 303 - 317

De Rycke, P. H. und E. P. De Cooman (1968)

The evagination of *Echinococcus granulosus* scolices from lung cysts of bovine origin

Z. Parasitenkd. 30, 171 - 175

Diesing, K. M. (1863)

Revision der Cephalocotyleen, Abt.:  
Paramecocytoleen

Sitzungsbereich Kaiserl. Akad. Wiss., Wien,  
Abt. 1; 48, 200 - 345

Dissanaike, A. S. (1962)

Observations of *Echinococcus* infection in Ceylon.

First regional symposium on scientific knowledge  
of tropical parasites, University of Singapore  
223 - 240

Dräger, W. (1936)

10 Jahre Echinokokkenbekämpfung in Neu-vorpommern.

Z. Infektionskr. Haustiere 50, 3 - 17

Eckert, J. (1981)

Echinokokkose.

Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 94, 369 - 378

Eckert, J., R. C. A. Thompson und H. Mehlhorn (1983)

Proliferation and metastases formation of larval  
*Echinococcus multilocularis*.

I. Animal model, macroscopical and histological  
findings.

Z. Parasitenkd. 69, 737 - 748

Edwards, G.T. (1982)

Observations on the epidemiology of equine hydatidosis in Britain.

Vet. Rec. 100, 511 - 514

Frank, W. (1982)

Biologie und Epidemiologie des Echinococcus granulosus und -multilocularis.

In: Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Orthop. 23, 12 - 25

Gill, H. S. und B.V. Rao (1967)

On the biology and morphology of Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) of buffalo-dog origin

Parasitology 57, 695 - 704

Gottstein, B., J. Eckert und R. Fey (1983)

Serological differentiation between Echinococcus granulosus and Echinococcus multilocularis infection in man.

Z. Parasitenkd. 69, 347 - 356

Graber, M. und J. Thal (1980)

L'échinococcose des artiodactyles sauvage de la République Centrafricaine: existence probable d'un cycle lion-phacochère.

Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop. 33, 51 - 59

Hahn, E., V. Kuske, F. Hörchner und G. Reuter (1986)

Zur Verbreitung der zystischen Echinokokken beim Rind in Deutschland.

Deutsche Tierärztl. Wochenschr. 93, 445 - 447

Hoefnagel, K. (1934)

Echinokokkenkrankheit in der Provinz Friesland und ihre Bekämpfung.

Berl. Tierärztl. Wochenschr. 55, 205 - 207

Hörchner, F. (1964)

Beitrag zur Echinokokkose der Haustiere in Syrien.

Z. Parasitenkd. 25, 4

Hörchner, F., E. Hahn, M. Huwer und S. Sanft (1986)

Occurence of hydatid cysts in the Federal Republic of Germany.

XI. International Congress of Infectious and Parasitic Diseases 20.7.-26.7.1986 München, S. 110

Hübner, K. H. und H. O. F. Metzger (1982)

Computertomographische Diagnostik der Echinokokkose.

In: Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Orthop. 23, 75 - 79

Institut für Tropenhygiene und Öffentl. Gesundheitswesen der Univ. Heidelberg (1972)

Echinokokken in Europa.

Therapie Gegenw. 111, 1182

Jenss, H. und W. Dölle (1982)

Klinik- und Differentialdiagnose der Echinokokkose des Menschen.

In: Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Orthop. 23, 46 - 51

Krüger, A. (1962)

über den Echinokokkenbefall bei Mensch und Tier  
aus der Sicht des Schlachthofes Rostock

Monatsh. Veterinärmed. 17, 780 - 782

Kumaratilake, L. M., R. C. A. Thompson und J. D. Dunsmore  
(1979)

Intraspecific variation in *Echinococcus*:  
A biochemical approach.

Z. Parasitenkd. 60, 291 - 294

Kumaratilake, L. M. und R. C. A. Thompson (1982)

A review of the taxonomy and specification of the  
genus *Echinococcus* Rudolphi

Z. Parasitenkd. 68, 121 - 146

Kumaratilake, L. M., R. C. A. Thompson und J. D. Dunsmore  
(1983)

Comperative strobilar development of *Echinococcus*  
*granulosus* of sheep origin from different  
geographical areas of Australia in vivo and in  
vitro.

Int. J. Parasitol. 13, 151 - 156

Kumaratilake, L. M. und R. C. A. Thompson (1984 a)

Morphological characterization of Australian  
strains of *Echinococcus granulosus*.

Int. J. Parasitol. 14, 467 - 477

Kumaratilake, L. M. und R. C. A. Thompson (1984 b)

Biochemical characterization of Australian strains  
of *Echinococcus granulosus* by isoelectric  
focussing of soluble proteins.

Int. J. Parasitol. 14, 581 - 586

Kuznetsov, M.I., V. Ya. Shubaderov, B.P. Til'tin (1975)

(Biological, morphological and immunological features of *Echinococcus granulosus* from sheep and pigs in various regions of the USSR).  
In: Antopozoogel'mintozy i perspektiviy ikh likvidatsii (Tezisy dokl. nauchn. konf., Sarmakand-Tailyak, 16.-18. Apr. 1975). Moscow, USSR; Vsesoyuznaya Akademiya Sel'skokhozyaistvennykh Nauk im. V.I. Lenina. (1975) 46 - 49 (Russian)

Ref. in: Helminthol Abstr. Ser. A 46, (1977) 2066

Kuznetsov, M. I., V.P. Gumen'Shchikova, V. Ya. Shubaderov, (1980)

(Epizootiological, biological and morphological differences in hydatidosis in Uzbekistan and in the western regions of USSR).  
Vsesoyuznyi institut Gel'mintologii im K.I. Skryabina, Moscow, USSR, 193 - 199 (Russian)

Ref. in: Helminthol Abstr. Ser. A 49,  
Ab No. 5214; 503 - 504

Lawson, J. R. und M. A. Gemmel (1983)

Hydatidosis and Cysticercosis: The dynamics of transmission.

Adv. Parasitol. 22, 261 - 297

Lerch, H. (1952)

Die Häufigkeit der Echinokokken bei Rindern, Schafen und Schweinen auf Grund von Fleischbeschauergebnissen, zusammengestellt am Städt. Schlacht- und Viehhof in Stuttgart

Vet. med. Diss., Univ. Gießen

Mannweiler, E., P. Felgner und I. Lederer (1979)

Serum-Antikörper bei der zystischen und alveolären Echinokokkose

Dtsch. Med. Wochenschr. 32, 1139 - 1142

Martínez Gómez, F., S. Hernández Rodríguez, J. Navarrete López-cózar und R. Calero Carretero (1980)

Serological tests in relation to the viability, fertility and localization of hydatid cysts in cattle, sheep, goats and swine.

Vet. Parasitol. 7, 33-38

Matossian, R. M., M. D. Rickard und J. D. Smyth (1977)

Hydatidosis:  
a global problem of increasing importance.

Bull. World Health Org. 55, 499 - 507

McManus, D.P. und J. D. Smyth (1978)

Differences in the chemical composition and carbohydrate metabolism of *Echinococcus granulosus* (horse and sheep strain) and *E. multilocularis*.

Parasitology 77, 103 - 109

McManus, D. P. und C. N. L. Macpherson (1984)

Strain characterization in the hydatid organism *Echinococcus granulosus*: current status and new perspectives.

Annual Trop. Med. Parasito. 78, 193 - 198

Mehlhorn, H., J. Eckert und R. C. A. Thompson (1983)

Proliferation and metastases formation of larval *Echinococcus multilocularis*. II. Ultrastructural investigations.

Z. Parasitenkd. 69, 749 - 763

Münz, E. (1971)

Durch Fleisch und Fleischprodukte Übertragene Zoonosen in Ostafrika.

Schlacht- und Viehhofzeitung 71, 53 - 57

Nietsche, W. (1985)

Echinokokkose  
Parasitologie, Klinik, Diagnostik, Therapie,  
Prophylaxe.

Therapiewoche 35, 1547 - 1554

Olt, D. (1894)

Über die Verbreitung der Echinokokkenkrankheit bei  
Haustieren.

Berl. Tierärztl. Wochenschr. 15, 391

Ortlepp, R. J. (1937)

South African helminths. - Part I.

Onderstepoort J. Vet. Sci. 9, 311 - 366

Paramanathan, D. C. (1961)

Some observations on brood capsules of hydatid  
cysts from local animals.

Ceylon J. Med. Sci. 10, 57 - 59

Paramanathan, D. C. und A. S. Dissanaïke (1961)

Sylvatic hydatid infection in Ceylon

Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. 55, 483

Pirschel, J. (1982)

Sonographie der Echinokokkose.  
In Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Be-  
rücksichtigung parasitologischer und klinischer  
Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Orthop. 23, 69 - 74

Poljanskaja, M. W. (1966)

(Die Wirksamkeit der Zystizerkose- und Echinokokkose-bekämpfungsmaßnahmen beim Ren.)

Veterinarija (Moskwa) 1, 45

Ref. in: Schlacht- u. Viehhofzeitung 66, 337 - 338

Poppe und Thielkow (1926)

Die Verbreitung der Echinokokkose bei den Schlachttieren in Mecklenburg.

Z. Infektionskr. Haustiere 29, 245 - 264

Pulatov, G. S. (1984)

Susceptibility of goats to hydatidosis.

Veterinarija (Moskwa) 10, 42 - 43

Ref. in: Helminthol. Abstr. Ser. 53, 615

Rausch, R. L. (1967)

On the ecology and distribution of Echinococcus spp. (Cestoda: Taeniidae), and characteristics of their development in the intermediate host.

Annual Parasitol. 42, 19 - 63

Rausch, R. L. und J. J. Bernstein (1972)

Echinococcus vogeli sppn. (Cestoda: Taeniidae) from the bushdog Speothos venaticus (Lund).

Z. Tropenmed. Parasitol. 23, 25 - 34

Rausch, R. L., V. R. Rausch und A. D'Alessandro (1978)

Discrimination of the larval stages of Echinococcus oligarthrus (Düsing 1863)

Am. J. Trop. Med. Hyg. 27, 1195 - 1202

Reuter, G. (1984)

Echinokokkose/Hydatidose eine aktuelle Zoo-anthropnose dargestellt am Beispiel Portugal: Fleischhygienische Aspekte.

Rundsch. Fleischhyg. Lebensm.-überwachung. 36, 104 - 105

Reuter, G. (1986)

Der wissenschaftliche Anspruch an die Fleischhygiene.

Fleischwirtsch. 66, 1653 - 1658

Schantz, P.M. und C.W. Schwabe (1969)

Worldwide Status of hydatid disease control.

J. Am. Vet. Assoc. 155, 2104 - 2121

Schantz, P. M. und C. Colli (1973)

Echinococcus oligarthrus (Diesing 1863) from Geoffroy's Cat (Felis geoffroyi D'Orbigny y Gervais) in temperate South America.

J. Parasitol. 59, 1138 - 1140

Schantz, P.M., C. Colli, A. Cruz'reyes und U. Preziosa (1976)

Sylvatic echinococcosis in Argentina  
II Susceptibility of wild carnivores to Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) and host-induced morphological variation

Tropenmed. Parasit. 27, 70 - 78

Scharf, H. (1961)

Ein Beitrag zur Echinokokkenstatistik aus den nördlichen Kreisen Mecklenburgs.

Vet. med. Diss., Humboldt-Univ. Berlin

Skjenneberg, S. (1959)

Echinokokkose beim Rentier in Kautokeino.  
Die Gefahr der Übertragung auf den Menschen.  
Bekämpfung.

Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 72, 250

Slais, J. (1980)

Experimental infection on sheep and pigs with  
*Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786).

Acta vet. hung 28, 375 - 387

Slais J. und M. Vanek (1980 a)

Differentialdiagnose der Cysticerci von *Taenia hydatigena* und Hydatiden von *Echinococcus granulosus*.

Angew. Parasitol. 21, 16 - 20

Slais J. und M. Vanek (1980 b)

Tissue reaction to spherical and lobular hydatid  
cysts of *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786)

Folia parasitol. (Praha) 27, 135 - 143

Slais, J. (1981)

Kapselbildung und Form der jungen Hydatiden von  
*Echinococcus granulosus* bei einer spontanen In-  
fektion von Schweinen.

Zentralbl. Allg. Pathol. 125, 199 - 207

Smyth, J. D. (1967)

Studies on tapeworm physiology  
XI. In vitro cultivation of *Echinococcus granulosus* from the protoscolex to the strobilate stage

Parasitology 57, 111 - 133

Smyth, J. D. and M. M. Smyth (1969)

Self insemination in *Echinococcus granulosus* in vivo.

J. Helminthol. 43, 383 - 387

Smyth, J. D. und Z. Davies (1974)

Occurrence of physiological strains of *Echinococcus granulosus* demonstrated by in vitro culture of protoscolices from sheep and horse hydatid cysts.

Int. J. Parasitol. 4, 443 - 445

Smyth, J. D. (1977)

Strain differences in *Echinococcus granulosus*, with special reference to the status of equine hydatidosis in the United Kingdom.

Trans. Roy. Soc. Trop. Med. 71, 93 - 104

Sousa, O.E. und V. E. Thatcher (1969)

Observations of the life-cycle of *Echinococcus oligarthrus* (Diesing 1863) in the Republic of Panama.

Annual Trop. Med. Parasitol 63, 165 - 175

Steuding, R. (1897)

Echinokokken bei Haustieren.

Berl. Tierärztl. Wochenschr. 18, 212

Stücker, F. J. und S. Rau (1974)

Die Echinokokkoseerkrankung.

Dtsch. Ärzteblatt 35, 2515 - 2525

Teeuwen, J. (1950)

Verbreitung, Häufigkeit und Schädigung von Echinococcus-Infektionen bei unseren Haustieren in Hessen auf Grund von Schlachthofbefunden.

Vet. med. Diss. Univ. Gießen

Tenhaeff und Ferwerda (1920)

Die Untersuchungen über das Vorkommen von Taenia echinococcus beim Hund in der Provinz Friesland.

Z. Fleisch- Milchhyg. 30, 276

Tenhaeff und Ferwerda (1934)

Die Echinokokkenkrankheit in Friesland und ihre Bedeutung.

Z. Fleisch- Milchhyg. 44, 263

Thompson, R. C. A. und J. D. Smyth (1975)

Equine hydatidosis: a review of the current status in Great Britain and the results of an epidemiological survey.

Vet. Parasitol. 1, 107 - 127

Thompson, R. C. A. (1976)

The development of brood capsules and protoscolices in secondary hydatid cysts of Echinococcus granulosus.

Z. Parasitenkd. 51, 31 - 36

Thompson, R. C. A. und J. D. Smyth (1976)

Attempted infection of the rhesus monkey (Macaca mulatta) with the British horse strain of Echinococcus granulosus.

J. Helminthol. 50, 175 - 177

Thompson, R. C. A. (1977)

Growth, segmentation and maturation of the British horse and sheep strains of *Echinococcus granulosus* in dogs.

Int. J. Parasitol 7, 281 - 285

Thompson, R. C. A. (1979)

Biology and speciation of *Echinococcus granulosus*.

Austr. Vet. J. 55, 93 - 98

Thompson, R. C. A. und L. M. Kumaratilake (1982)

Intraspecific variation in *Echinococcus granulosus*:

The Australian situation and perspectives for the future.

Trans. Roy. Soc. Trop. Med. 76, 13 - 16

Thompson, R. C. A., Kumaratilake und J. Eckert (1984)

Observations on *Echinococcus granulosus* of cattle origin in Switzerland.

Int. J. Parasitol. 14, 283 - 291

Vanek, M. (1980)

A morphological study on hydatids of *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786) from pigs.

Folia parasitol. (Praha) 27, 39 - 46

Verster, A. (1962)

Hydatidosis in the Republic of South Africa.

S. Afr. J. Sci. 58, 71 - 74

Verster, A. (1965)

Review of Echinococcus species in South Africa.

Onderstepoort J. Vet. Res. 32, 39 - 46

Vienjakov, J. und Dimitrov, D. (1970)

Die Verbreitung der Echinokokkose bei Schafen und Ziegen in der Volksrepublik Bulgarien.

Die Fleischwirtsch. 50, 1218

Walters, T. M. H. und M. J. Clarkson (1980)

The prevalence of Echinococcus granulosus in farm dogs in Mid-Wales.

Vet. Parasitol. 7, 185 - 190

Walther, E. (1982)

Konventionelle Röntgendiagnostik der Echinokokkose  
In: Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Orthop. 23, 61 - 68

Wikerhauser, T. und Brglez, J. (1984)

An attempt to infect calves with Echinococcus granulosus of porcine origin.

The fourth European multicolloquium of parasitology  
Oktober 1984, Izmir. S. 135

Williams, R. J. und G. K. Sweatman (1963 a)

Comperative studies on the biology and morphology of Echinococcus granulosus from domestic livestock, moose and reindeer.

Parasitology 53, 339 - 390

Williams, R. J. und G. K. Sweatman (1963 b)

On the transmission, biology and morphology of *Echinococcus granulosus equinus*, a new subspecies of hydatid tapeworm in horses in Great Britain.

Parasitology 53, 391 - 407

World Health Organization (1981)

FAI/UNEP/WHO guidelines on echinococcosis/hydatidosis surveillance, prevention and control.

Wrld. Hlth. Org. Geneva, Switzerland

Young, E. (1975)

Some important parasitic and other diseases of lion, *Panthera leo*, in the Kruger National Park.

J. S. Afr. Vet. Ass. 46, 181 - 183

Young, W. K. Heath, D. D. und S. N. Parmeter (1978)

*Echinococcus granulosus*, *Taenia hydatigena*, *Taenia ovis*: Evaluation of cyst fluids as antigen for sero-diagnosis of larval cestodes in sheep.

New Zealand Vet. J. 26, 231 - 234

Zen'kov, A.V. 1975

(Some biological differences of *Echinococcus granulosus* from pigs and sheep.)

Trudy Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologii. K.T. Skryabin 18, 89 - 98

Ref. in: Helminthol. Abstr. 44, Ab. No. 474

Zeyhle, E. (1982)

Die Verbreitung von *Echinococcus multilocularis* in Südwestdeutschland.

In: Bähr, R.: Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte.

Aktuel. Probl. Chir. Othop. 23, 26 - 33

Bei Herrn Prof. Dr. F. Hörchner und Herrn Prof. Dr. G. Reuter bedanke ich mich für die Überlassung des Themas, für die wertvolle Hilfe und jederzeit gewährte Unterstützung bei der Organisation und Anfertigung der Dissertation.

Herrn V. Kuske, Tierarzt am Schlachthof in Duisburg-Meidrich, danke ich für die aktive Mithilfe bei den praktischen Untersuchungen.

Mein besonderer Dank gilt dem Ltd. Vet. Dir. Dr. Knorr sowie seinen Mitarbeitern am Städtischen Schlacht- und Viehhof Bamberg für die stets engagierte Unterstützung und Hilfsbereitschaft.

Für die gute Zusammenarbeit bedanke ich mich herzlich bei dem Ltd. Vet. Dir. Dr. Pähr (Städtischer Schlacht- und Viehhof Regensburg) und dem Ltd. Vet. Dir. Dr. Wunderer (Städt. Schlacht- und Viehhof Kaufbeuren) sowie deren Mitarbeitern.

Herrn Chefarzt Dr. Ehrle möchte ich herzlich für seine Hilfe bei den epidemiologischen Nachforschungen danken.

Bei Herrn B. Fliegner bedanke ich mich für seine Beratung bei den graphischen Darstellungen der Ergebnisse.

## LEBENS LAUF

|                |                                                                                                                    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1957           | In Bamberg geboren                                                                                                 |
| 1963 - 1967    | Volksschule Dorgendorf                                                                                             |
| 1967 - 1969    | Verbandsschule Baunach                                                                                             |
| 1969 - 1978    | Gymnasium Ebern                                                                                                    |
| Juni 1978      | Abitur am Gymnasium Ebern                                                                                          |
| Herbst 1978    | Beginn des Studiums der Veterinärmedizin<br>an der freien Universität Berlin                                       |
| Juni 1984      | Approbation als Tierärztin                                                                                         |
| 1984 - 1985    | Praktische Untersuchungen zur Dissertations-<br>arbeit an verschiedenen Schlachthöfen                              |
| Herbst 1985    | Zeitlich begrenzte Anstellung als Fleischbe-<br>schautierärztin am Städtischen Schlacht- und<br>Viehhof in Bamberg |
| seit Juni 1986 | Tierärztin bei der Stadt Ulm                                                                                       |





